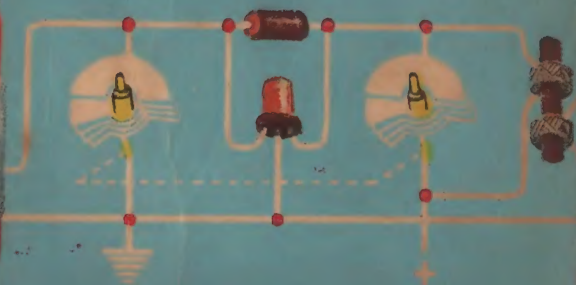


P. APOSTOL

SCHEME DE AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ



RADIO și TELEVIZIUNE

Editura Tehnică

Ing. PAUL APOSTOL

SCHEME DE AMPLIFICATOARE DE JOASĂ FRECVENȚĂ



EDITURA TEHNICĂ

București — 1961

Potrivit Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. în țara noastră se va construi o fabrică de piese radio și semi-conductori, se vor fabrica televizoare. Se creează astfel o bază materială solidă, care va permite dezvoltarea într-un ritm mult mai ridicat a radioamatorismului.

Domeniul frecvențelor joase prezintă un mare interes pentru radioamatori și radiotehnicieni atât în ceea ce privește construcția propriu-zisă cât și informarea privitoare la obținerea înaltei fidelități și a redării stereofonice. Din acest ultim punct de vedere, realizările electroacustice de la sala Palatului R.P.R. ne situează la cel mai înalt nivel al tehnicii mondiale. Și acesta este un motiv în plus ca radioamatorii, radiotehnicienii și inginerii noștri să se țină la curent cu progresele în acest domeniu.

În această broșură sînt prezentate 39 de montaje de amplificatoare de joasă frecvență, începînd cu cele mai simple și terminînd cu cele de înaltă fidelitate și stereofonice. Opt din montajele descrise sînt cu tranzistoare.

Unele din montajele prezentate sînt preluate din broșura „Scheme de amplificatoare de joasă frecvență pentru radioamatori“, apărută în U.R.S.S. în „Biblioteca radio pentru mase“, sub îngrijirea lui F.I. Tarasov.

Între montajele descrise este și amplificatorul combinei „Electronica“, care alimentează cinci difuzoare, putînd fi conectat de magnetofon, picup și radioreceptor — și care reprezintă o frumoasă realizare a industriei noastre radiotehnice.

Această broșură reprezintă numai un început în acest domeniu așa de actual și cu atît de multe aplicații practice.

În lucrare sînt descrise diferite scheme de amplificatoare de joasă frecvență cu o largă utilizare în radiodifuziune, radioficare, la sonorizări în spații (î închise sau deschise) mai mici sau mai mari, pentru audierea diverselor programe.

Sînt prezentate montaje de la cele mai simple, care pot fi realizate chiar de radioamatorii începători, pînă la cele mai perfecționate — care asigură o înaltă fidelitate.

Lucrarea se adresează unui cerc larg de radioamatori, radiotehnicieni și ingineri care se interesează de probleme de radio.

Introducere

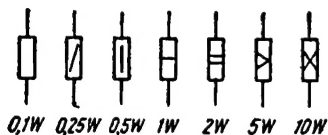
În ultimii ani, pe plan mondial, s-au făcut mari progrese în domeniul joasei frecvențe. Succese deosebite s-au obținut în ceea ce privește înregistrarea și redarea sunetului cu înaltă fidelitate și stereofonic.

Amplificatoarele de joasă frecvență ocupă un loc important în lanțul electroacustic și în ultimul timp au ajuns la un înalt grad de perfecțiune.

Ele au căpătat o răspîndire din ce în ce mai largă fiind folosite în radiodifuziune, radioficare, la sonorizări în spații închise și deschise, în înregistrări și reproduceri profesionale sau de amatori etc.

Lucrarea și-a propus să analizeze schemele unor amplificatoare de joasă frecvență începînd cu cele mai simple, care pot fi construite de către radioamatorii chiar cu o experiență mai mică, și terminînd cu cele mai complexe ca cele de înaltă fidelitate și stereofonice.

Se prezintă schemele cu valori a 39 de montaje cu tuburi electronice și tranzistoare, dîndu-se indicații asupra pieselor, construcției și reglării amplificatoarelor.



Montajele descrise folosesc tuburi electronice din seria sovietică și seria europeană.

Pentru a ușura urmărirea schemelor, care adesea sînt prea încărcate, s-a păstrat notația sovietică în ceea ce privește puterea rezistențelor.

Considerăm că scopul lucrării va fi atins dacă radioamatorii vor putea să construiască parte din montajele prezentate și dacă exigența lor în ceea ce privește calitățile redării sunetului va crește.

I. Amplificatoare cu un singur tub electronic (adaptor)

Cele mai simple construcții de amplificatoare de joasă frecvență pot fi executate cu un singur tub electronic. Aceste montaje permit reproducerea discurilor sau a benzilor de magnetofon, în cazul în care se dispune de un radioreceptor care nu are o amplificare suficientă în etajele de joasă frecvență. Se înțelege că aceasta implică de asemenea existența unui picup sau a unui mecanism de antrenare a benzii.

Montajul I. Schema principală a unui astfel de amplificator se prezintă în fig. 1. Aici se folosește partea de triodă a tubului EBC81.

Alimentarea filamentelor (6,3 V) și a circuitului anodic se face de la radioreceptor. La intrarea amplificatorului se aplică semnalul dat de doza unui picup. Acest semnal este amplificat în anodul tubului, de aproximativ 30 de ori.

Prin condensatorul de blocare a tensiunii anodice C_2 , el se aplică pe grila primului tub de joasă frecvență din radioreceptor. Este bine ca legătura anod-grilă să fie făcută cât mai scurt posibil și cu un cablu blindat, pentru a evita captarea și amplificarea zgomotului de rețea.

Piesele amplificatorului pot fi montate pe o bucată de placaj cu dimensiunile de 100×100 mm, după care aceasta se prinde pe peretele din spate al cutiei radioreceptorului.

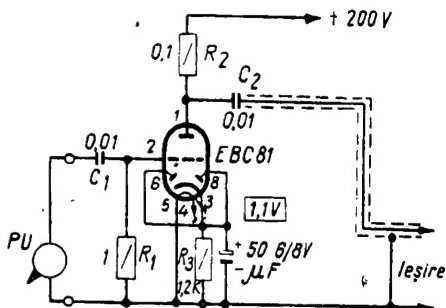


Fig. 1. Schema de principiu a unui adaptor pentru reproducerea discurilor, realizat cu tubul EBC81.

Montajul II. Un alt amplificator de același fel, care însă folosește partea de triodă a tubului 6Γ7, este dat în fig. 2. Aici comutatorul bipolar K are rolul conectării și

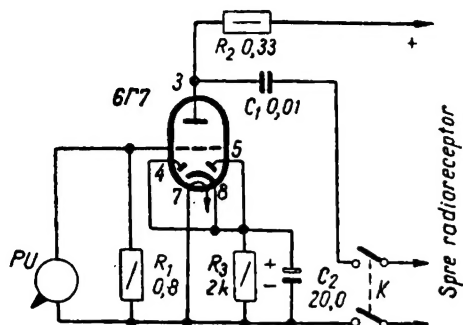


Fig. 2. Schema de principiu a unui amplificator adaptor pentru picup realizat cu tubul 6Γ7.

deconectării amplificatorului. În rest, funcționarea amplificatorului este similară cu a celui din fig. 1.

Se pot folosi și alte tuburi ca preamplificatoare, ca de exemplu 6C5, 6H7C, 6H8C, 6H9C, 6C2C, 6Γ1, 12Γ1, 6Γ2, 12Γ2 etc., din seria de tuburi sovietice și ECC82, ECC83, EABC80 etc. din seria de tuburi europene. Valorile ten-

siunilor anodice și ale elementelor din diversele circuite sînt date în tabela 2, la sfîrșitul cărții.

Montajul III. Un alt amplificator cu un singur tub, a cărui schemă se vede în fig. 3, permite să se înregistreze pe

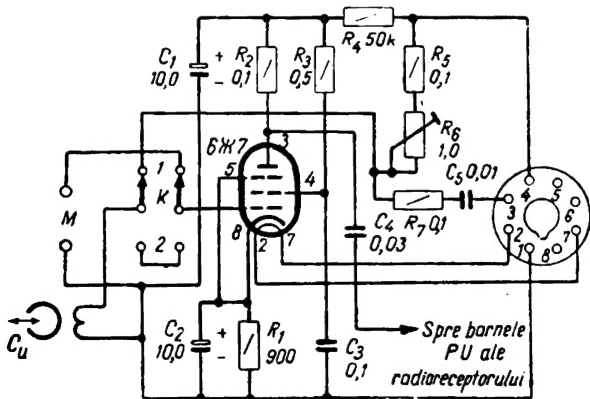


Fig. 3. Schema de principiu a unui amplificator adaptor pentru înregistrarea și redarea benzilor de magnetofon.

bandă de magnetofon programul (vorbă sau muzică) captat de un microfon, o doză de picup sau receptor, în cazul în care se dispune de un mecanism de antrenare a benzii și de un radioreceptor. Acest program poate fi apoi redat.

Amplificatorul se conectează la receptor cu ajutorul unui suport pentru tubul electronic de trecere format dintr-un soclu de tub „încălzit”, care are pe el legăturile de alimentare și de semnal. Suportul pentru tubul electronic se introduce în soclul tubului etajului final al receptorului, iar tubul final în soclul suportului pentru tubul electronic. În acest caz, prin piciorușele 2 și 7 ale suportului pentru tubul electronic de trecere se aplică tensiunea de încălzire la tubul preamplificator, iar prin piciorușele 1 și 4 se aplică tensiunea anodică de la redresorul receptorului.

Pentru înregistrare, comutatorul K se trece în poziția 1. În acest caz, capul universal de magnetofon C_u se conectează prin circuitul de corecție R_7C_5 la circuitul anodic al tubului final al receptorului, de unde primește tensiunea de audiofrecvență. Simultan, prin rezistențele R_5 și R_6 , se aplică capului de magnetofon curentul continuu de pre-magnetizare.

Dacă înregistrarea se face de la microfon, acesta se conectează la intrarea tubului preamplificator, iar anodul acestuia se unește prin condensatorul C_4 cu borna caldă (borna expusă la masă) pentru picup a receptorului. La înregistrarea transmisiilor radio, conductorul de legătură cu condensatorul C_4 se scoate din borna receptorului. La înregistrarea discurilor, se introduce cordonul care vine de la doza picupului, la bornele corespunzătoare ale aparatului de radio.

La reproducerea înregistrării, comutatorul K este trecut în poziția 2, iar conductorul de legătură cu condensatorul C_4 este conectat la receptor prin bornele de picup.

Pentru înregistrare și reproducere se utilizează un cap universal de mare impedanță (bobinat cu cupru emailat, cu diametrul de 0,1 mm).

Înregistrarea se poate șterge cu ajutorul unui magnet permanent (de exemplu magnetul unui difuzor sau al unui aparat de măsurat magnetoelectric), așezat pe panoul mecanismului de antrenare a benzii.

Acest amplificator suplimentar permite realizarea cu mijloace simple a unor înregistrări și reproduceri magne-

de joasă frecvență cu tubul 6J9 și se alimentează de la rețeaua de curent alternativ prin redresorul propriu, realizat cu dubla diodă 6U5C. Tubul final utilizat, avînd o pantă mare, asigură o reproducere a înregistrărilor pe discuri, cu volum suficient și cu distorsiuni mici. Puterea de ieșire a unui astfel de amplificator este de aproape 2 W.

S c h e m a. Tensiunea de joasă frecvență dată de doza piezoelectrică a picupului se aplică grilei de comandă a tubului T_1 prin potențiometrul R_1 , cu ajutorul căruia se face reglarea volumului. Oscilațiile de joasă frecvență amplificate de acest tub se aplică apoi prin transformatorul Tr_1 la difuzorul D_f , care le transformă în oscilații neustice.

Tensiunea alternativă de rețea necesară alimentării amplificatorului (127 sau 220 V) se aplică prin întrerupătorul K și siguranța S la autotransformatorul Tr_2 , care micșorează această tensiune (la 6,3 V) pentru filamentele tuburilor T_1 și T_2 și în același timp dă posibilitate aplicării tensiunii de 220 V (indiferent de tensiunea rețelei) pe anodul tubului T_2 , unde este redresată. Tensiunea redresată este filtrată cu ajutorul înfășurării de compensare II a transformatorului de ieșire Tr_1 și a condensatoarelor C_3 și C_4 și aplicată circuitului anodic și de ecran al tubului amplificator T_1 . Utilizarea înfășurării de compensare a transformatorului de ieșire în locul unei bobine de șoc simplifică construcția filtrului.

C o n s t r u c Ț i a și p i e s e l e. Amplificatorul poate fi realizat pe un șasiu de oțel sau de aluminiu (fig.5) cu dimensiunile de $130 \times 90 \times 30$ mm. Pe panoul superior al șasiului sînt

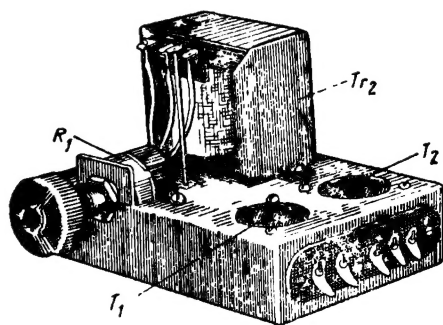


Fig. 5. Vedere de ansamblu a amplificatorului realizat după schema din fig. 4.

peșezate soclurile și transformatorul de rețea, pe pereții laterali — butonul de volum (cu întrerupătorul de

rețea) și plăcuțele cu siguranțe și contacte pentru conectarea picupului și a rețelei de alimentare, iar în interiorul șasiului — transformatorul de ieșire, rezistențele fixe și condensatoarele.

Pentru a evita un zgomot de rețea accentuat, conductoarele care unesc doza de picup cu grila de comandă a tubului amplificator trebuie să fie ecranate (blindate).

Șasiul gata montat este așezat în aceeași cutie cu difuzorul. Pentru a asigura o sonoritate normală nu trebuie folosite cutii de dimensiuni prea mici.

La acest amplificator se poate folosi orice difuzor cu o putere de 2—3 W, ca de exemplu difuzorul sovietic 2-ГДМ-3, care are impedanța bobinei mobile egală cu 3 Ω sau difuzorul de 2,5 W de producție indigenă, care are impedanța bobinei mobile egală cu 4 Ω .

Transformatorul de ieșire Tr_1 este executat pe tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Înfășurarea *I* are 4 000 spire din sîrmă de cupru emailat, cu diametrul de 0,12—0,15 mm; înfășurarea *II* este bobinată în același sens și are 400 spire din același conductor. Numărul de spire și diametrul sîrmei din înfășurarea *III* depind de impedanța difuzorului pe care îl avem la dispoziție. În tabela 1 se dau numărul de spire și diametrul conductorului înfășurării *III*, pentru diverse valori ale impedanței difuzorului.

Tabela 1

Impedanța difuzorului	Ω	3	4	6	10	12	15
Numărul de spire din secundarul transformatorului	—	80	92	103	146	160	179
Diametrul sîrmei	mm	0,7—0,8	0,6—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5	0,35—0,40	0,3—0,35

În cazul utilizării unui difuzor electrodinamic cu magnetizare, înfășurarea sa de excitație poate servi ca bobină de șoc a filtrului. În acest caz, înfășurarea de compensare a transformatorului de ieșire devine inutilă. Rezistența înfășurării de excitație nu trebuie să depășească 500—800 Ω , căci altfel tensiunea continuă a grilei ecran a tubului final scade prea mult.

Autotransformatorul Tr_2 poate fi procurat gata executat de la receptorul „Moskvici” sau AP3-49. El se poate construi cu mijloace proprii pe tola E12,5 cu miez de 5 cm² secțiune. Înfășurarea *I* (pentru filamentele de încălzire ale tuburilor) trebuie să aibă 44 spire cu conductor de cupru emailat de 0,8—0,9 mm; înfășurarea *II* trebuie să aibă 790 spire cu conductor de 0,25—0,27 mm, iar înfășurarea *III* — 700 spire cu sîrmă de 0,2—0,22 mm.

Reglarea. Reglarea amplificatorului constă în esență din controlul regimului de funcționare al tubului amplificator și alegerea condensatorului C_1 , a cărui capacitate este indicată aproximativ în schema de principiu. Tensiunile continue pe electrozii tubului (față de șasiu) sînt indicate în schema din fig. 4.

Montajul V. Un alt amplificator, ceva mai complex, care folosește un tub electronic dublu se poate vedea în fig. 6. Tubul ECL82 utilizat în montaj este format dintr-

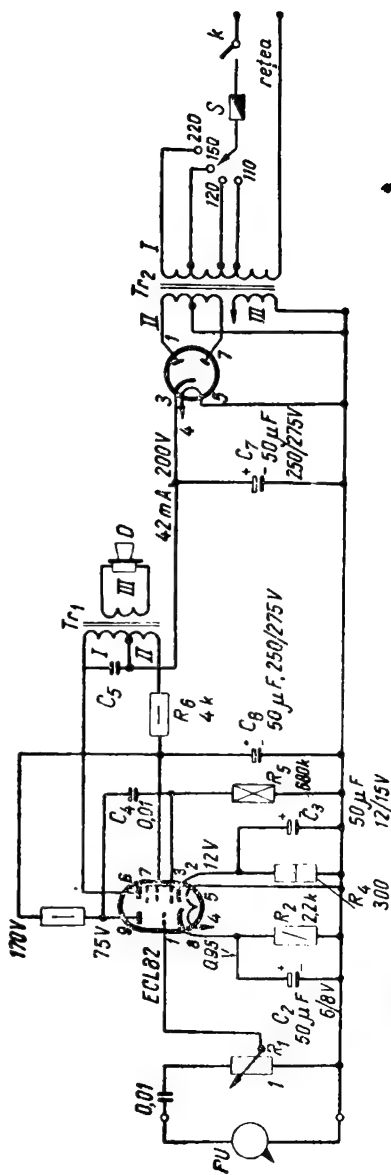


Fig. 6. Schema de principiu a unui amplificator de joasă frecvență realizat cu tubul ECL82.

o triodă și o pentodă finală, montate în același balon de sticlă. Trioda se folosește ca preamplificatoare, iar pentoda ca etaj final cu o putere de ieșire de aproape 3 W. Sensibilitatea montajului (tensiunea de intrare pentru care la ieșire se obține puterea nominală) este de circa 0,12 V, ceea ce este suficient pentru a putea reda discurile cu ajutorul unei doze de cristal chiar mai slabă. Amplificatorul se poate alimenta de la o rețea de curent alternativ de 110, 120, 180 și 220 V.

S c h e m a. Semnalul de audiofrecvență dat de picup se aplică prin condensatorul C_1 pe potențiometrul R_1 și de aici, divizat la alegere, pe grila triodei. Din anodul acesteia, amplificat, atacă grila tubului final. Catozii triodei și ai pentodei sînt decuplați la masă prin condensatoarele electrolitice C_2 și C_3 . În rest, funcționarea amplificatorului este similară cu a celui descris anterior. Singura deosebire este în ceea ce privește alimentarea, care se face cu ajutorul unui tub ce redresează ambele alternanțe.

În transformatorul de ieșire există înfășurarea *II* de compensare a zgomotului de rețea și în serie cu ea, o rezistență care micșorează tensiunea continuă pe grila ecran și în același timp îmbunătățește filtrajul tensiunii redresate.

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul poate fi realizat pe același șasiu ca și montajul IV, bineînțeles folosind socluri novale. Transformatorul de ieșire Tr_1 se poate realiza pe tole E8 cu o grosime a pachetului de 20 mm. Înfășurarea primară se bobinează cu sîrmă de cupru emailat de 0,1—0,12 mm, cu 2 600 spire (înfășurarea *I*) continuate cu încă 280 spire (înfășurarea *II*) în același sens; înfășurarea secundară (*III*) este bobinată cu sîrmă de 0,6—0,7 mm și are 72 spire. Un difuzor care este adecvat acestui amplificator este difuzorul de producție indigenă sau orice difuzor care are o impedanță de 4 Ω . În cazul folosirii unui difuzor cu o impedanță diferită, pentru a păstra adaptarea, trebuie modificat corespunzător și numărul de spire din înfășurarea secundară.

Transformatorul de rețea Tr_2 se execută pe tole E12,5 cu o grosime a pachetului de 23 mm. Din înfășurarea primară se scot prize în felul următor: se bobinează 825 spire cu sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,3 mm (priza de 110 V), pe urmă în același sens și cu aceeași sîrmă se bobi-

nează încă 75 spire (120 V); în continuare, însă cu sîrmă de 0,25 mm, se bobinează 400 spire (priza de 180 V) și cu 0,22 mm încă 300 spire (priza de 220 V). Circuitul secundar de tensiune înaltă are $2 \times 1\,400$ spire cu sîrmă de 0,15 mm, iar înfășurarea de filament are 52 spire cu sîrmă de 0,9 mm.

Așezarea înfășurărilor se face în următoarea ordine, începînd de la miezul transformatorului: *I*, *II*, *III*.

R e g l a r e a. După ce ne-am asigurat că schema a fost executată corect, introducem cordonul de alimentare la rețea, tuburile fiind scoase din socluri. Cu ajutorul unui voltmetru se măsoară pe transformatorul de rețea tensiunea de filament care (în ipoteza că tensiunea de rețea este corectă și instrumentul bun) trebuie să fie ceva mai mare de 6,3 V (circa 7 V) și tensiunea înaltă care trebuie să fie de aproximativ 2×180 V. După aceea se introduce tubul redresor (EZ80) și se măsoară tensiunea continuă, pe condensatorul C_7 , care trebuie să fie ceva mai mare de 200 V. Se introduce și tubul ECL82 și se măsoară tensiunile continue, care trebuie să aibă valori apropiate de cele notate în schemă. Reglarea în ceea ce privește regimul dinamic se face cu ajutorul condensatorului C_5 , a cărui capacitate se variază în anumite limite pînă se obține o funcționare stabilă.

II. Amplificatoare cu mai multe tuburi electronice

În cele ce urmează se vor analiza câteva amplificatoare ceva mai complexe decât cele prezentate anterior. Aceste amplificatoare pot fi construite totuși chiar de radioamatorii cu o practică relativ mică.

Toate schemele se referă la amplificatoare cu alimentare proprie, deci care pot fi folosite independent de aparatul de radiorecepție. Ca sursă de semnal se poate utiliza fie un picup, fie tensiunea de audiofrecvență luată de la detectorul unui radioreceptor (care eventual poate fi construit tot de radioamatori).

Amplificatoarele ce se vor prezenta realizează reglajul tonului cu ajutorul unor circuite de reacție relativ simple.

Vor fi descrise cinci montaje de amplificatoare de acest gen.

Montajul I. Primul amplificator este destinat reproducerii înregistrărilor pe discuri cu ajutorul unor doze de picup. El este construit după o schemă obișnuită de amplificator de joasă frecvență cu două etaje, cu tuburile 6Ж7 și 6П6С. Alimentarea se face de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul redresorului realizat cu dioda 5Ц4С. Deoarece discul de gramofon are un zgomot supărător la frecvențe înalte, care se accentuează pe măsură ce discul se uzează sau când nu este șters de praf, se folosește de multe ori un filtru special pentru micșorarea acestui zgomot. La acest amplificator, neajunsul arătat poate fi înlăturat cu ajutorul unui circuit rezonant serie LC , acordat pe frecvența de 6 000 Hz.

Puterea de ieșire a amplificatorului este de 3 W.

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 7. Tensiunea de frecvență acustică de la doza de picup se aplică pe potențiometrul R_1 , care se utilizează pentru reglarea volumului. O parte sau toată tensiunea de pe potențiometru se aplică pe grila de comandă a primului

tub amplificator T_1 . Rezistența R_2 servește drept sursă de negativare automată a tubului, iar condensatorul C_1 decuplează catodul la masă. Rezistența R_4 asigură pozitivarea ecranului, iar condensatorul C_2 îl decuplează la masă.

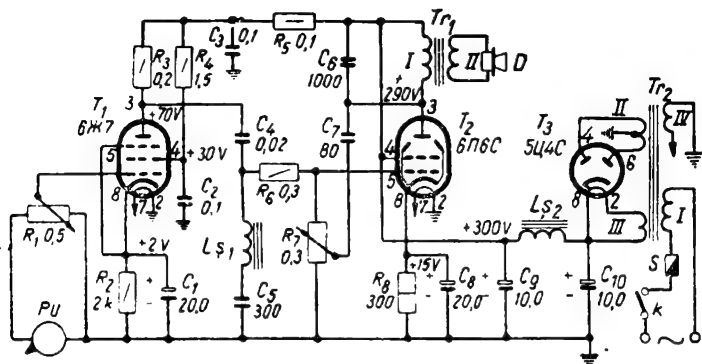


Fig. 7. Schema de principiu a unui amplificator pentru electrofon.

Tensiunea de frecvență acoustică amplificată de tubul T_1 se transmite de pe rezistența de sarcină R_3 prin condensatorul de separare C_4 în circuitul grilei de comandă al celui de al doilea tub amplificator T_2 . Bobina de șoc $L_{\phi 1}$ și condensatorul C_5 formează filtrul cu ajutorul căruia se atenuiază foarte mult frecvențele mai mari de 5000 Hz. În acest fel, fiștiul supărător care însoțește de obicei reproducerea discurilor de gramofon este mult atenuat. Rezistențele R_6 și R_7 constituie un divizor de pe care se aplică pe grila de comandă a tubului final, tensiunea normală de frecvență acoustică din anodul tubului 6Ж7 redusă la jumătate (atenuare de 6 dB).

În etajul de ieșire al amplificatorului se află un circuit de reacție negativă. În acest scop, o parte din tensiunea de joasă frecvență amplificată de tubul final se aplică pe grila sa de comandă prin condensatorul C_7 . Deoarece grila și anodul lucrează în antifază, reacția este negativă micșorând amplificarea și factorul de distorsiuni.

Capacitatea condensatorului C_7 fiind mică, prin el trec în primul rând frecvențele acustice înalte, deci în acest domeniu va fi o reacție mai puternică. Caracteristica de

amplificare va fi căzătoare spre frecvențele înalte. Rezistența variabilă R_7 (reglajul de ton) permite variația mărimii reacției la aceste frecvențe. Când cursorul potențiometrului R_7 se află în poziția de jos (la masă), nu se aplică nici o reacție pe grila etajului final și deci caracteristica de frecvență a amplificatorului este uniformă.

Când cursorul potențiometrului se află în cealaltă poziție extremă (sus), reacția este maximă și deci caracteristica de frecvență prezintă o alură căzătoare spre frecvențele înalte. În acest fel se realizează reglajul de ton. Rezistența R_6 face ca la frecvența de rezonanță a circuitului L_5C_5 , grila tubului final să nu fie scurtcircuitată, căci în acest caz reacția nu s-ar mai produce și deci reglajul de ton nu ar funcționa corect.

Grupul R_8C_8 are rolul negativării automate a grilei de comandă a tubului final.

Pentru alimentarea circuitelor anodice ale amplificatorului se folosește redresorul realizat cu tubul 5U4C, care redrescăză ambele alternanțe. Filtrul este format din bobina de șoc L_2 și condensatoarele C_9 și C_{10} .

Rezistența R_5 și condensatorul C_3 formează grupul de separare dintre anozii circuitelor tuburilor de amplificare. În lipsa acestui grup RC , este posibilă apariția unor oscilații de foarte joasă frecvență (cîțiva herți), datorită cuplajului celor două tuburi, prin rezistența internă comună a sursei de alimentare.

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e . Amplificatorul împreună cu picupul și difuzorul pot fi montate împreună într-o cutie de lemn relativ mică, executată după desenul din fig. 8. Aspectul general al acestei instalații este dat în fig. 9. Toate piesele sînt așezate pe panoul orizontal. Motorul și difuzorul trebuie prinse pe șaibe moi de cauciuc (sau mai bine vinipor care este foarte elastic). Tuburile sînt așezate în poziție orizontală. Reglajele de volum și de ton sînt montate în apropiere de baza dozei. Așezarea pieselor pe panou este dată în fig. 10.

În construcția dată s-a folosit doza piezoelectrică de tipul AIP și motorul asincron de tipul AİM-2. Bineînțeles că se poate utiliza și un alt tip de picup, ca de exemplu „Supraphon” H21, MD51 sau MD1. În acest caz, dimensiunile cutiei se modifică corespunzător.

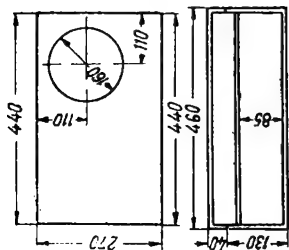


Fig. 8

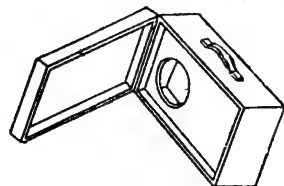


Fig. 9

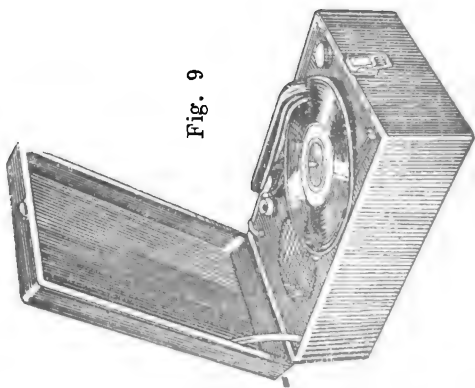


Fig. 8. Schița cutiei electrofonului.

Fig. 9. Aspectul exterior al electrofonului, gata montat.

Fig. 10. Așezarea pieselor pe tabloul electrofonului.

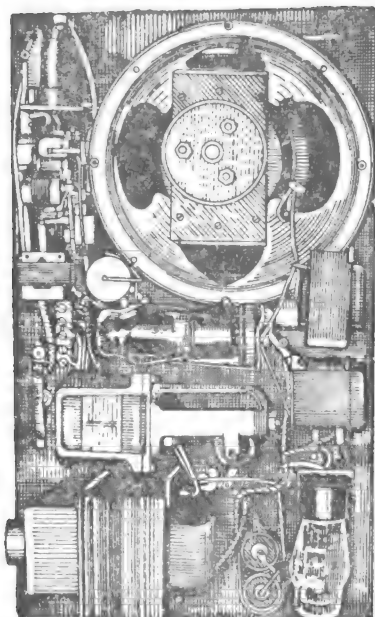


Fig. 10

În cazul în care se utilizează o doză electromagnetică care are o sensibilitate mai mică, trebuie micșorată rezistența R_6 și mărită capacitatea condensatorului C_6 pînă la 3 000—5 000 pF.

Pentru amplificator poate fi folosit orice difuzor electrodinamic de putere medie (1,5—3 W), de exemplu de tipurile 1 ГДМ-1,5, 2 ГДМ-3, sau difuzoarele de producție indigenă de 2,5 W cu diametrul de 146 mm sau 186 mm. Transformatorul de ieșire poate fi realizat pe tole E10 cu grosimea pachetului de 25 mm. Înfășurarea *I* trebuie să aibă 3 000 spire cu sîrmă de cupru emailată de 0,15—0,18 mm, iar înfășurarea *II*, în funcție de impedanța bobinei mobile a difuzorului utilizat, trebuie să aibă numărul de spire dat în tabela 2.

Tabela 2

Impedanța difuzorului	Ω	3	4	6	10	12	15
Numărul de spire	—	87	100	112	156	171	191
Diametrul sîrmei	mm	0,7—0,8	0,6—0,8	0,5—0,6	0,4—0,5	0,35—0,40	0,3—0,35

Bobina de șoc L_5 conține 1 500 spire cu conductor de cupru emailat de 0,15 mm, bobinat pe miez cu tole E6,4 cu grosimea pachetului de 12 mm.

Se poate utiliza și oricare altă bobină de șoc mică, cu înfășurarea de 1 000—2 000 spire (inductanța de 2—4 H), însă în acest caz capacitatea condensatorului C_5 trebuie aleasă experimental (între 100 și 1000 pF) după zgomotul minim al discului.

Transformatorul de alimentare Tr_2 poate fi luat gata executat de la orice radioreceptor de clasă inferioară sau medie care absoarbe o putere de 50—70 W. El poate fi de asemenea realizat pe tole E14 cu o secțiune de 10 cm². Înfășurarea *I* are 440 spire cu conductor de 0,5—0,55 mm pentru rețeaua de 110 V, sau 880 spire cu 0,33—0,35 mm pentru rețeaua de 220 V. Înfășurarea *II* are $2 \times 1\,400$ spire cu conductor de cupru emailat de 0,15—0,18 mm, înfășurarea *III* are 21 spire de 1—1,1 mm, iar înfășurarea *IV* are 26 spire cu sîrma de 0,8—0,9 mm.

Bobina de șoc $L_{\text{ș}_2}$ trebuie să aibă inductanța de 10—20 H și rezistența în curent continuu sub 1 000 Ω ; ea poate fi realizată pe tole E10, cu o secțiune de 3—5 cm², cu întrefier de 0,1—0,3 mm și cu înfășurarea de 3 000—5 000 spire cu conductor de 0,15—0,18 mm. În locul acesteia poate fi conectată înfășurarea de excitație a unui difuzor.

Reglarea. După controlul corespondenței tuturor circuitelor cu schema, se conectează amplificatorul la rețea și se controlează regimul său de alimentare, măsurînd în acest scop tensiunea între electrozii tuburilor și masa generală. Aceste tensiuni nu trebuie să difere mult de cele indicate în schemă. Se conectează apoi picupul și punînd doza pe șanțul de la capătul plăcii, se modifică valoarea capacității condensatorului C_5 pînă se obține zgomotul minim. În acest timp, cursorul regulatorului de ton R_7 trebuie să fie în poziția inferioară (la masă), pentru a nu tăia frecvențele înalte (respectiv fiștitul discului).

Reproducînd apoi discul, trebuie obținută o sonoritate cît mai bună. E posibil ca pentru aceasta să fie nevoie de modificarea valorii rezistenței R_6 și a condensatorului C_6 .

Montajul II. Un alt amplificator care poate folosi ca sursă de semnal tensiunea de la detectorul unui radioreceptor sau tensiunea dată de doza unui picup este descris mai jos.

Banda sa de trecere este cuprinsă între limitele de 80 și 6 000 Hz, cu o neuniformitate de ± 1 dB. Puterea de ieșire nominală debitată, cu un coeficient de distorsiune de maximum 2,5%, este de 2,5 W. Tensiunea de intrare necesară obținerii puterii nominale a amplificatorului este de 170 mV.

Acest amplificator conține două etaje de amplificare, cu tuburile 6Ж8 și 6И6С, este prevăzut cu potențiometre pentru reglarea volumului și tonului și poate fi alimentat de la rețeaua de curent alternativ printr-un redresor obișnuit.

Schema și piesele. Primul etaj al amplificatorului este executat după schema obișnuită a unui amplificator RC (fig. 11). La intrarea amplificatorului există un potențiometru cu priză cu ajutorul căruia se poate realiza așa-numita „reglare de volum compensat“.

Din acustica fiziologică se știe că sensibilitatea urechii și deci senzația auditivă este mai slabă pentru frecvențe înalte și pentru frecvențe joase (mai ales pentru cele joase), decât pentru frecvențele medii. Aceasta arată că omul aude

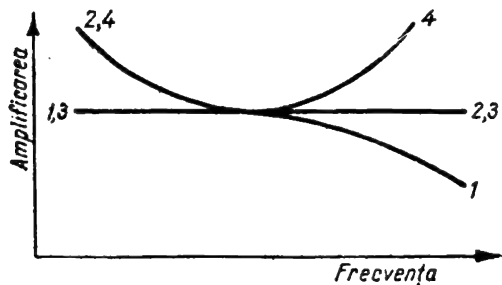
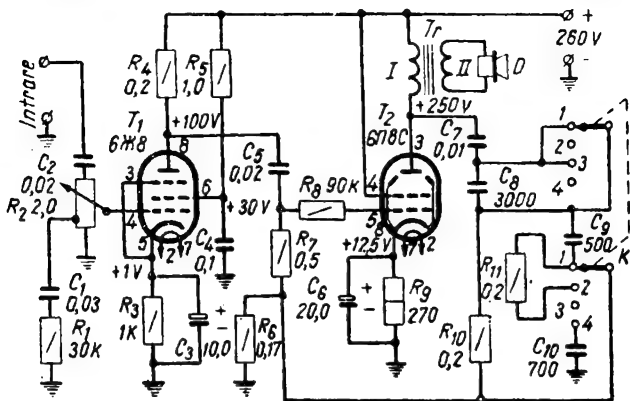


Fig. 11. Schema de principiu a unui amplificator cu două tuburi de joasă frecvență pentru receptor de radiodifuziune; variația amplificării pentru diferitele poziții ale reglajului de ton.

mai bine sunetele aflate la mijlocul domeniului audibil decât pe cele aflate la extremități, chiar dacă aceste sunete au aceeași intensitate sonoră. Această diferență de senzație este cu atât mai pronunțată cu cât nivelul la care se face audierea este mai scăzut. Acest fenomen se traduce prin aceea că atunci când, dintr-un motiv oarecare, se reduce volumul unei audieri, frecvențele joase nu se mai aud din cauza proastei sensibilități a urechii. Pentru aceasta este nevoie să se facă

o compensare, pe măsură ce cursorul potențiometrului de volum se apropie de masă. Această compensare se realizează cu ajutorul circuitului R_1C_1 care determină ridicarea frecvențelor joase, datorită cărui fapt se asigură un sunet nedistorsionat pentru orice poziție a cursorului regulatorului de volum. (De fapt cu ajutorul circuitului R_1C_1 se realizează o scădere a frecvențelor medii și superioare, ceea ce înseamnă că apare o creștere relativă a frecvențelor joase).

În cel de al doilea etaj, se utilizează un circuit de reacție negativă, între anodul și grila tubului final. Circuitul de reacție care este realizat cu mai multe rezistențe și condensatoare înglobează și comutatorul K , cu ajutorul căruia se obține o reglare a tonului în trepte. Pentru poziția I a comutatorului, în circuitul de reacție negativă, există grupul format din rezistența R_{10} în paralel cu condensatorul C_9 , ceea ce face ca pe frecvențele înalte reacția să fie mai puternică (frecvențele înalte trec prin condensatorul C_9 care șuntează rezistența). Se obține astfel o atenuare a frecvențelor înalte și deci o caracteristică de frecvență căzătoare în acest domeniu.

În poziția 2 , în serie cu condensatorul C_9 se conectează și rezistența R_{11} , ceea ce face ca dela frecvența de circa 1500 Hz, reacția să nu mai crească (cu toate că reactanța condensatorului C_9 scade, el nu mai poate șunta rezistența R_{10}). De asemenea, deoarece în serie cu circuitul se introduce și condensatorul C_8 , reacția pe frecvențe joase devine mai mică, deci în acest domeniu se obține o caracteristică crescătoare.

În poziția 3 se deconectează toate piesele circuitului de reacție negativă depinzând de frecvență (condensatoarele) și amplificarea devine uniformă în toată banda de trecere.

În poziția 4 , datorită introducerii în circuit a condensatoarelor C_8 și C_{10} , care fac ca reacția să scadă la frecvențe joase, respectiv la cele înalte, se obține o ridicare a acestor frecvențe.

Toate schimbările caracteristicilor de frecvență ale amplificatorului se realizează prin scăderea sau mărirea amplificării, datorită reacției negative variabilă cu frecvența.

Transformatorul de ieșire Tr este calculat pentru a lucra cu un difuzor de $3-4 \Omega$. El este executat pe tole E10, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea I are $2\,900$ spire

cu conductor de 0,15 mm, iar înfășurarea *II* are 82 spire cu conductor de 0,8 mm.

Alimentarea se poate face de la un redresor similar cu cel din fig. 7. Deoarece tensiunea necesară este de numai 260 V, față de 300 V cât dă redresorul respectiv, este necesar ca să se aducă câteva modificări fie transformatorului de rețea Tr_2 (să se micșoreze numărul de spire din secundarul de înaltă tensiune), fie să se înlocuiască bobina de filtraj $L_{\Sigma 2}$ cu o rezistență de circa 2 k Ω (5 W). Această ultimă soluție pare a fi mai rațională, prin faptul că elimină o bobină de șoc care este o piesă grea și scumpă.

Montajul III. Un alt amplificator cu două tuburi, destinat reproducerii înregistrărilor pe discuri și amplificării transmisiilor radio recepționate cu ajutorul unor circuite cu tuburi electronice sau cu detector cu galenă, conține două etaje de amplificare cu tuburile 6Ж7 și 30П1С. Pentru alimentare se folosește tubul redresor 30П1М; se observă că în acest caz nu este nevoie de transformator de rețea și bobină de șoc de filtraj, ceea ce simplifică realizarea montajului.

În schema prezentată se utilizează o buclă de reacție negativă, ceea ce face ca distorsiunile să se micșoreze și deci să mărească calitatea de redare a amplificatorului. Reglarea volumului și a timbrului, combinate pe grila primului tub, fac ca performanțele amplificatorului să fie bune. Remarcăm totuși puterea mică a etajului final, care pentru o tensiune anodică de 100—110 V este de aproape 1 W.

S c h e m a. Ca etaj preamplificator funcționează tubul T_1 , ca etaj final tubul T_2 , iar ca redresor tubul T_3 (fig. 12). Filamentele acestor tuburi sînt unite în serie și conectate prin rezistența R_{12} și stabilizatorul de curent T_4 direct la rețeaua de curent alternativ sau continuu.

Tensiunea de frecvență acustică, de la doza de picup sau de la altă sursă, se aplică la intrarea amplificatorului și trece pe divizorul format din potențiometrul R_2 de mare rezistență și rezistența R_3 cu o valoare foarte mică. De pe potențiometrul R_2 , care servește drept regulator de volum, o parte mai mare sau mai mică din tensiunea de atac trece în circuitul de grilă al primului tub amplificator, este amplificată și se transmite prin condensatorul C_5 și

rezistența R_8 în circuitul grilei de comandă a celui de al doilea tub amplificator T_2 . Condensatorul C_5 oprește trecerea curentului continuu din anodul tubului T_1 la grila tubului T_2 , iar rezistența R_8 asigură o funcționare stabilă a amplificatorului. Lipsa acestei rezistențe poate duce la apariția

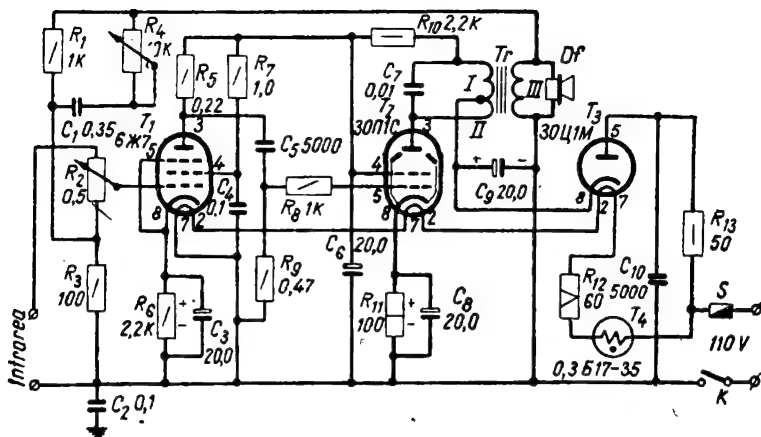


Fig. 12. Schema unui amplificator de joasă frecvență cu două tuburi, cu alimentare universală.

unor oscilații de frecvență foarte înalte (unde centimetrice), greu de pus în evidență cu aparatura obișnuită și care perturbă funcționarea corectă a amplificatorului. De aceea, majoritatea tuburilor finale (și mai ales cele cu pantă mare) sînt prevăzute cu această rezistență de amortizare.

Tensiunea de frecvență acoustică, amplificată de tubul T_2 , trece prin transformatorul de ieșire Tr la difuzorul Df .

Rezistența R_5 servește drept sarcină anodică a primului tub amplificator, rezistența R_7 micșorează pînă la o valoare corectă tensiunea continuă pe grila ecran a acestui tub, iar rezistențele R_6 și R_{11} servesc pentru negativarea automată a grilelor de comandă a celor două tuburi amplificatoare. Condensatoarele C_3 și C_8 decuplează catozii la masă.

De la ieșirea amplificatorului (de pe înfășurarea III a transformatorului Tr), prin rețeaua formată de rezistențele R_1 , R_4 și condensatorul C_1 , tensiunea de reacție negativă se aplică la intrare, ceea ce mărește stabilitatea de funcțio-

nare a amplificatorului și micșorează distorsiunile de amplitudine și de frecvență.

Rezistența variabilă R_4 din circuitul de reacție negativă reglează timbrul amplificatorului. Când cursorul potențio-
metrului este sus, condensatorul C_1 scurtcircuitază la
frecvențe înalte rezistența R_1 și tensiunea de reacție ajunge
integral pe rezistența R_3 . Frecvențele înalte sînt mult
atenuate. În poziția de jos, rezistența R_4 este introdusă în
circuit și reacția nu mai variază cu frecvența.

Alimentarea circuitelor anodice ale amplificatorului se
face cu ajutorul diodei T_3 , care redresează o singură alter-
nanță. Tensiunea alternativă sau continuă se aplică prin
rezistența R_{13} pe dioda care o redresează (tensiunea alter-
nativă) sau lasă să treacă această tensiune (tensiunea con-
tinuă). Tensiunea redresată sau trecută prin diodă este
filtrată cu ajutorul înfășurării de compensare I a transfor-
matorului de ieșire Tr , rezistența R_{10} și condensatoarele
 C_6 și C_9 .

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e . Amplificatorul
poate fi executat pe un șasiu din tablă de aluminiu sau
oțel moale, după cum este arătat în fig. 13. Pe panoul

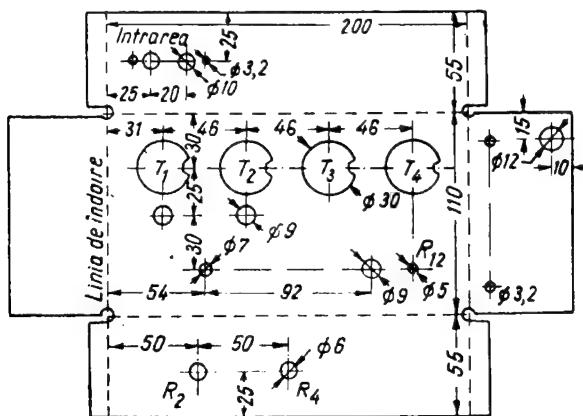


Fig. 13. Schița șasiului amplificatorului din fig. 12.

superior al șasiului sînt prinse soclurile, condensatoarele
electrolitice C_6 și C_9 , precum și rezistența suplimentară

R_{12} . Restul de piese sînt așezate în interiorul șasiului. Așezarea pieselor și a conexiunilor de legătură este indicată în fig. 14. Montajul se face cu sîrmă de conexiune. Toate piesele și legăturile trebuie să fie bine izolate față de șasiu.

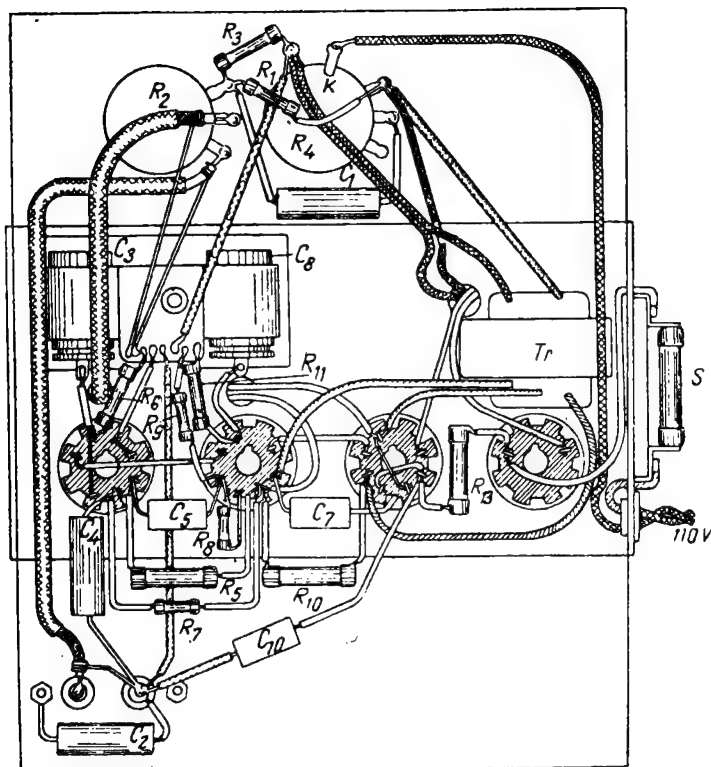


Fig. 14. Așezarea pieselor și montajul amplificatorului din fig. 12.

Regulatorul de volum R_2 și, în general, circuitele de intrare se execută îngrijit, cît mai ecranate cu puțință și cu cablu blindat. Cablul blindat și legăturile la masă nu trebuie să atingă șasiul, deoarece acesta este un amplificator cu alimentare universală. Deci, blindajul se izolează și se leagă de șasiu prin condensatorul C_2 .

Șasiul amplificatorului montat se așază într-o cutie de lemn împreună cu difuzorul. Pentru a obține o auditiie normală și pentru a asigura răcirea necesară a pieselor încălzite, nu trebuie utilizate cutii de dimensiuni prea mici.

Rezistența R_{10} trebuie calculată pentru o putere de disipație de aproximativ 0,5 W, rezistența R_{11} pentru 1 W, rezistența R_{12} (bobinată) pentru 5 W, iar toate celelalte pentru 0,25 W. Regulatorul de timbru R_4 este un potențiomtru avînd întrerupătorul rețelei pe axa lui.

Condensatoarele electrolitice C_3 și C_8 trebuie să fie calculate pentru tensiunea de lucru de 20—30 V, iar C_6 și C_9 pentru 150—300 V. Capacitatea condensatorului C_7 (10 000—20 000 pF) se alege la reglarea amplificatorului.

Transformatorul de ieșire Tr se realizează cu miez din tole E8, cu grosimea pachetului de 16 mm, cu întrefier de 0,1 mm. Înfășurarea *I* constă din 250 spire cu conductor de 0,13 mm, iar înfășurarea *II* (care merge spre anod) din 2 250 spire cu aceeași sîrmă. Înfășurarea *III* are 100 spire cu sîrmă de 0,6 mm și funcționează corect pe o sarcină de 3 Ω . La bobinarea transformatorului, după fiecare 200—250 spire se pune un strat de hîrtie subțire parafinată. Înfășurarea *III* se izolează de celelalte înfășurări prin două straturi de pînză uleiata sau hîrtie groasă parafinată. Se recomandă ca bobinajul pe carcasă să fie impregnat cu parafină.

Dioda T_3 poate fi înlocuită cu un redresor cu seleniu, compus din 10—12 celule cu diametrul de 35 mm. În acest caz, este necesar să se mărească valoarea rezistenței R_{12} pînă la 280 Ω , sau eliminînd din schemă această rezistență, să se pună în locul stabilizatorului de curent 0,3E17-35 un stabilizator de tipul 0,3E65-135. Se poate renunța de asemenea la stabilizatorul de curent, crescînd rezistența R_{12} pînă la 180 Ω .

R e g l a r e a. Amplificatorul realizat se conectează la rețea și se verifică funcționarea cu doza de picup sau cu semnalul luat de la detecția unui receptor. La alimentarea amplificatorului de la rețeaua de 220 V trebuie conectată în serie cu siguranța S o rezistență suplimentară de 240—260 Ω , calculată pentru un curent de 350 mA. În cazul alimentării amplificatorului de la o rețea de curent continuu, conductorul de la polul negativ trebuie să fie

unit cu borna legată prin comutatorul K la masa generală a amplificatorului. În caz contrar, amplificatorul nu este alimentat cu tensiune continuă și deci nu funcționează.

Dacă la amplificatorul în funcțiune iau naștere oscilații, capetele înfășurării *III* trebuie schimbate între ele.

Doza de picup se conectează la intrarea amplificatorului prin conductoare blindate. Învelișul de ecranare se prinde la borna masei generale. La reproducerea discurilor, capacitatea condensatorului C_7 trebuie aleasă experimental, astfel încît să se obțină o sonoritate cît mai naturală.

În cazul funcționării amplificatorului cu un receptor cu galenă, bornele de cască ale acestuia se conectează cu legături scurte la bornele de intrare ale amplificatorului. În acest caz, pentru a evita punerea la pămînt a rețelei, trebuie separat conductorul de masă de receptorul cu detector. Între bornele de cască ale receptorului trebuie conectată o rezistență de ordinul a 10—30 k Ω (valoarea ei se alege experimental după cea mai bună audiere).

Dacă la conectarea receptorului cu galenă ia naștere în difuzor un zgomot puternic, atunci trebuie schimbate între ele conductoarele care leagă receptorul cu bornele de intrare ale amplificatorului.

Montajul IV. Acest montaj reprezintă un amplificator realizat cu tuburi electronice europene. El este utilizat în special pentru redarea discurilor, avînd posibilitatea să ridice frecvențele joase și să taie frecvențele înalte și deci să corecteze caracteristica de înregistrare a discului. Amplificatorul are o putere de 3 W cu distorsiuni de neliniaritate de 1%.

Banda de frecvențe transmise este cuprinsă între 20 Hz și 40 KHz, cu o neuniformitate de maximum 1dB. Sensibilitatea pentru puterea de ieșire de 3 W este de 100 mV. Nivelul de zgomot este de 70 dB sub puterea nominală.

Aceste performanțe excelente, îmbinate cu simplitatea de execuție, fac ca realizarea acestui montaj să intereseze mult pe radioamatori. Schema de principiu a montajului a fost adoptată, cu anumite modificări, la realizarea amplificatorului de joasă frecvență a dulapului muzical „Verdi”, executat de Uzinele Electronica.

tegral grilei tubului EF86. Cînd cursorul se află în poziția extremă inferioară, frecvențele înalte sînt scurt circuitate la masă prin condensatorul C_1 , iar frecvențele joase (deoarece C_1 este relativ mic) trec spre grilă. Variația caracteristicilor

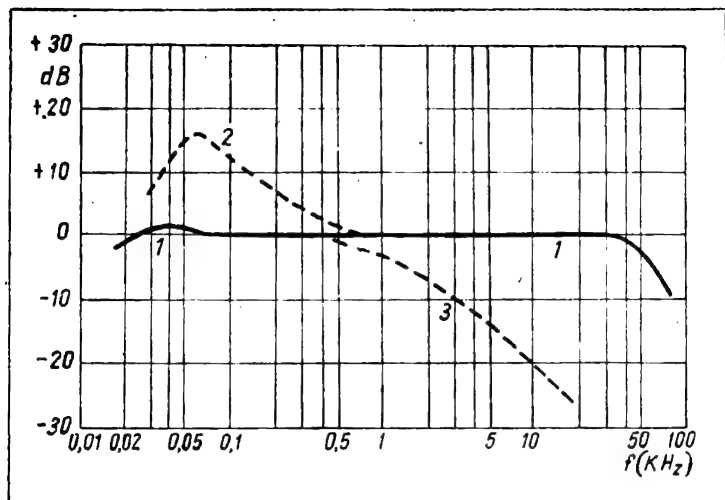


Fig. 16. Influența reglajelor de tonalitate asupra curbei de răspuns a amplificatorului din fig. 15.

Curba 1 — $R_{2max.}$, $R_{\theta max.}$; Curba 2 — $R_{\theta min.}$; Curba 3 — $R_{2min.}$

de frecvență ale amplificatorului în cele două poziții se poate vedea în fig. 16.

Negativarea tubului EF86 se face prin curentul de grilă de ordinul microamperilor care trece prin rezistența R_3 de valoare mare. Condensatorul C_2 are rolul de blocare a grilei, din punct de vedere al curentului continuu, față de circuitul exterior. Negativarea suplimentară care se produce pe rezistența R_x este neglijabilă în comparație cu cea prin rezistența R_3 , din cauza curentului mic din catod. Rolul principal al rezistenței R_x este de a permite aplicarea reacției negative pe catodul primului tub.

Tensiunea de semnal, amplificată pe primul tub de circa 250 ori, trece la grila etajului final, prin intermediul

rezistenței R_7 , al cărei singur rol este de a nu permite tubului EL84 să oscileze pe frecvențe ultrainalte.

Prin intermediul rezistenței R_5 se alimentează ecranul primului tub. Alimentarea anodului acestui tub se face prin grupul $R_{10}C_4$, care decuplează sursa continuă.

Rezistența R_{12} din circuitul grilei ecran a tubului final are un rol similar cu rezistența R_7 . Ea preîntâmpină eventualele oscilații care ar putea lua naștere din cauza inducției de scăpări și a capacităților parazite ale transformatorului.

O parte din tensiunea indusă din primarul transformatorului de ieșire în secundarul acestuia se folosește ca tensiune de contrareacție. Rețeaua de contrareacție se compune din elemente fixe (R_8 , C_5 și C_6) și elemente variabile (R_9), cu ajutorul cărora se poate modifica gradul de contrareacție pe anumite frecvențe și deci se pot obține caracteristici de frecvență dorite. Astfel, în poziția extremă din stînga, cînd condensatorul C_6 este șuntat, reacția nu depinde de frecvență, deoarece se transmite prin rezistența R_8 (condensatorul C_4 de 390 pF nu intervine decît peste 60 kHz cînd mărește contrareacția și scade amplificarea totală; în lipsa acestuia din cauza scăpărilor transformatorului, se pot produce oscilații pe frecvențe foarte înalte). Amplificarea este constantă cu frecvența.

În poziția extremă din dreapta a potențiometrului R_9 , reacția scade din cauză că în circuit intervine o rezistență suplimentară. Această scădere se produce numai la frecvențe joase; la frecvențe medii și înalte, condensatorul C_6 lasă să treacă tensiunea de contrareacție. Aceasta duce la o alură crescătoare a caracteristicii de frecvență în regiunea frecvențelor joase.

Datorită cuplajului direct dintre anodul tubului EF86 și grila tubului EL84 și a altor elemente din montaj, defazajele care se obțin sînt mici și fac posibilă realizarea unui mare grad de contrareacție fără pericol de oscilație. Aceasta conduce la distorsiuni mici și la o reglare eficace a tonului. Astfel, la 60 Hz, amplificarea poate fi mărită de circa 6 ori (16 dB) față de 1 000 Hz, iar la 10 kHz ea poate fi micșorată de 10 ori (20 dB) față de aceeași referință.

Variația distorsiunilor cu puterea de ieșire se poate vedea în fig. 17. Se observă că la o putere de peste 3 W, distorsiunile cresc brusc.

Transformatorul de ieșire se poate realiza pe tole E 12,5. Numărul de spire din înfășurarea primară și secundară, diametrul sîrmei, modul de așezare a înfășurărilor și legarea firelor se pot vedea din fig. 18.

Alimentarea amplificatorului se face de la rețeaua de curent alternativ la tensiunile de 120, 127 și 220 V. Redresorul cu dublă alternanță se realizează cu ajutorul tubului EZ80. Este de remarcă faptul că filtrajul nu se face cu bobina de șoc, ci cu ajutorul unei rezistențe; în acest fel se elimină piesele grele și scumpe.

Transformatorul de rețea are circa 30 W și se execută pe tole E12,5 cu o grosime a pachetului de 28 mm. Înfășurarea

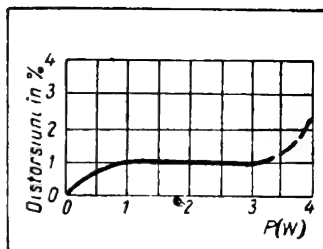


Fig. 17. Variația distorsiunilor funcție de puterea de ieșire.

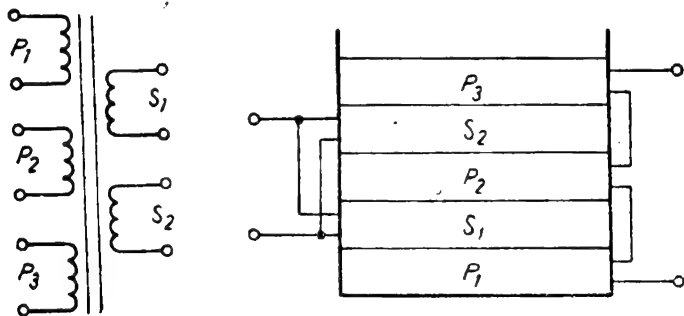


Fig. 18. Transformatorul de ieșire al amplificatorului cu două tuburi realizat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm.

Înfășurarea I are 627 spire bobinate cu sîrmă de 0,35 mm; Înfășurarea II are 57 spire cu aceeași sîrmă. În continuare și în același sens se bobinează Înfășurarea III cu 570 spire cu sîrmă de 0,25 mm. Înfășurarea IV are $2 \times 1\,900$ spire

de 0,12 mm diametru, iar înfășurarea *V* are 40 spire bobinate cu sîrmă de 0,8 mm.

Piese se pot monta pe un șasiu de tablă, așa cum se vede în fig. 19.

R e g l a r e a. După ce se controlează exactitatea montajului, se verifică tensiunile date de grupul de alimentare

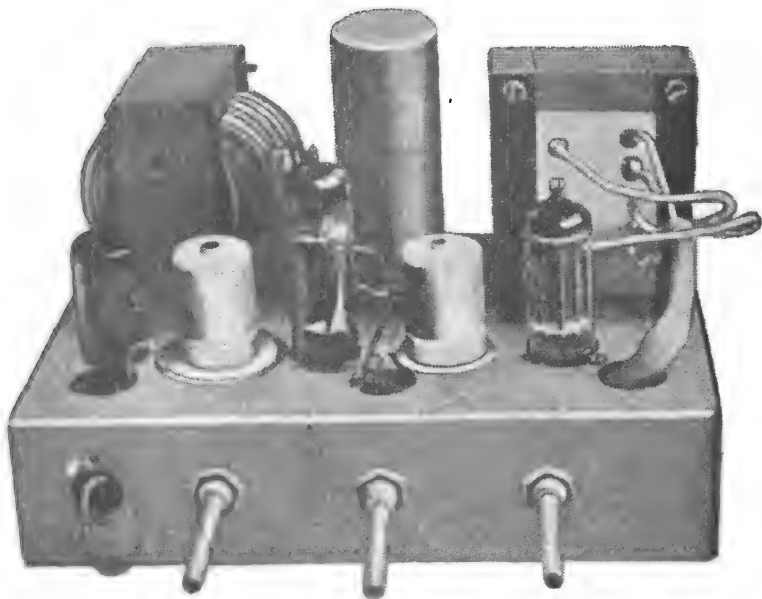


Fig. 19. Așezarea pieselor și montajul amplificatorului

(transformator și redresor). După aceea se introduc și tuburile EL84 și EF86 în socluri și se măsoară tensiunile continue. În acest moment, circuitul de contrareacție trebuie deconectat. Se poate întâmpla ca tensiunea măsurată pe anodul tubului EF86 să fie mai mică decât cea indicată pe schemă, din cauza rezistenței finite a instrumentului de măsură. Se atrage atenția că niciunul din cele două tuburi nu poate funcționa corect decât în prezența celuilalt, din cauza particularităților schemei. După aceste verificări, se introduce circuitul de contrareacție. Dacă amplificatorul oscilează puternic, se schimbă între ele capetele secundarului

transformatorului de ieșire. Este de remarcat că rezistența R_x depinde de impedanța difuzorului. După ce se constată că amplificatorul funcționează fără să oscileze, se aplică un semnal la bornele de intrare și se încearcă eficacitatea reglajelor de ton.

Acest amplificator este recomandat, deoarece el este ușor de realizat și va da satisfacție chiar radioamatorilor pretențioși. Audiția discurilor este realizată cu o mare perfecțiune. Bineînțeles că este necesar ca și celelalte elemente ale lanțului de redare (picup, sistem acustic) să fie puse la punct, deoarece este știut că în final, calitatea unei audiții este dată de elementul cel mai slab din întreg lanțul de redare.

Montajul V. În cazul în care se dispune de o doză electromagnetică care dă o tensiune relativ mai mică decât o doză cu cristal, este necesar ca amplificatorul să fie mai sensibil. În cele ce urmează va fi descrisă o schemă care se poate folosi în acest caz. Amplificatorul are trei etaje de amplificare de joasă frecvență cu tuburile 6Ж8, 6C2C și 6П3С, alimentate de la rețeaua de curent alternativ, prin intermediul tubului redresor 5И4С.

Amplificatorul prezintă o caracteristică de frecvență crescătoare în domeniul frecvențelor joase, în scopul de a corecta caracteristica de înregistrare a discului. În afară de aceasta, frecvențele mai înalte de 4 000—6 000 Hz sînt atenuate pentru a micșora fișitul dat de acul picupului.

Puterea de ieșire a acestui amplificator este de 3 W, cu distorsiuni de neliniaritate sub 3%.

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 20. Primele două etaje cu tuburile 6Ж8 și 6C2C asigură o amplificare prealabilă a tensiunii date de doza picupului. Comutatorul K permite conectarea la intrarea primului etaj a circuitului rezonant compus din bobina de șoc $L_{\text{ș}}$ și condensatoarele C_3 sau C_4 . Acest circuit creează o cădere bruscă a caracteristicii pentru frecvențe mai mari de 4 000 sau 6 000 Hz. Creșterea frecvențelor neustice joase este dată de grupul $R_1C_1R_2$ conectat în circuitul de reacție negativă între tuburile T_2 și T_1 . Gradul de creștere al acestor frecvențe se reglează cu ajutorul rezistenței variabile R_1 . Condensatorul C_2 din acest circuit

are rol de separare și nu are influență asupra formei caracteristicii de frecvență a amplificatorului. Rezistența variabilă R_9 de la intrarea celui de al doilea etaj servește drept regulator de volum.

Cel de al treilea etaj al amplificatorului, etajul de ieșire, este realizat după o schemă obișnuită. De asemenea, blocul

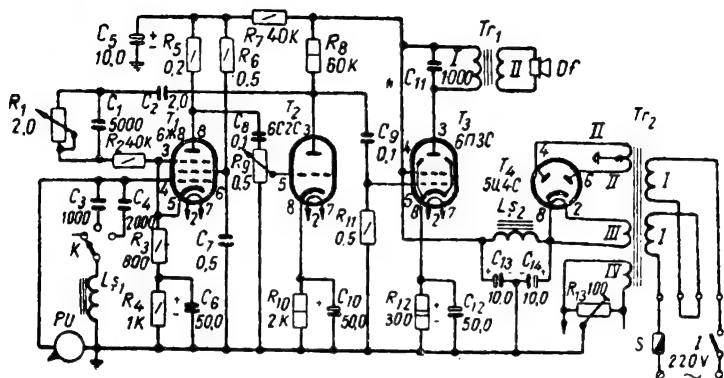


Fig. 20. Schema de principiu a unui amplificator pentru picup cu doză electromagnetică.

de alimentare care redresează ambele alternanțe ale tensiunii alternative și o filtrează cu ajutorul grupului format din bobine de șoc $L_{\phi 2}$ și condensatoarele electrolitice C_{13} și C_{14} . Alimentarea primului etaj al amplificatorului se face printr-un filtru suplimentar de decuplare format din rezistența R_7 și condensatorul C_5 . Pentru a micșora zgomotul de fond datorit alimentării filamentelor cu curent alternativ, în circuitul de încălzire al tuburilor este introdus un potențiomtru R_{13} , cu care se reglează zgomotul minim al amplificatorului. Acest procedeu este foarte folosit la majoritatea amplificatoarelor, fiind simplu și dând rezultate bune.

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul poate fi montat într-o cutie sau valiză, piesele fiind așezate pe un șasiu de aluminiu sau de oțel. La montarea amplificatorului trebuie luate măsurile necesare împotriva cuplajelor parazite posibile între etajele sale, așezînd în acest scop piesele și conexiunile într-un anumit fel. Este necesar

ca piesele și conductoarele de legătură ale primului etaj să fie ecranate.

Bobina de șoc $L_{\text{ș}_1}$ trebuie să aibă un factor de calitate Q bun și de aceea miezul său se face din tole de permalloy E6,4, cu grosimea pachetului de 8 mm. Înfășurarea sa constă din 440 spire cu conductor de 0,8 mm. Pentru micșorarea capacității între spirele bobinei de șoc, ea este împărțită în patru galeți, fiecare galet avînd 110 spire. Inductanța acestei bobine este de aproape 0,3 H.

Miezul bobinei $L_{\text{ș}_1}$ poate fi realizat și cu tole obișnuite din oțel E8 cu grosimea pachetului de 10 mm. În acest caz, înfășurarea bobinei de șoc trebuie să aibă 520 spire din conductor de cupru emailat de 0,3 mm. Pentru un astfel de miez însă, factorul de calitate Q nu mai este destul de bun și în consecință tăierea frecvențelor nedorite (fîșit) este mai puțin pronunțată, decît în cazul tolelor de permalloy.

Transformatorul de ieșire Tr_1 poate fi executat pe tole E 12,5, cu grosimea pachetului de 35 mm. Înfășurarea I are 3 000 spire cu conductor de 0,18, iar înfășurarea II are 90 spire cu conductor de 0,8 mm. Difuzorul trebuie să aibă 3—4 Ω .

Transformatorul de putere Tr_2 are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea I este formată din 2×550 spire cu conductor de 0,25 mm, înfășurarea II are $2 \times 1\,500$ spire cu conductor de 0,17 mm; înfășurarea III are 27 spire, iar înfășurarea IV , 33 spire cu conductor de 1 mm.

Bobina de șoc poate fi realizată cu miez din tole E10, cu grosimea pachetului de 30 mm. Bobinajul are 6 000 spire cu conductor de 0,17 mm. În locul acestei bobine se poate folosi înfășurarea de excitație a difuzorului.

III. Amplificatoare cu etaj final în contratimp

Schemele care au fost analizate pînă acum au etajul final realizat cu un singur tub și pot livra o putere electrică de cîtiva wați. În general, această putere este suficientă cînd se dispune de un difuzor cu un bun randament și cînd audiția are loc într-o cameră obișnuită.

Totuși, deoarece la frecvențe joase atît sensibilitatea urechii cît și randamentul difuzorului scad, se preferă uneori un montaj cu putere de ieșire mai mare. În acest fel se dispune de o rezervă de putere care permite o audiție cu o dinamică mult mai bună. Pasajele muzicale „fortissimo“ nu sînt reproduse cu distorsiuni, iar pasajele „pianissimo“ nu intră în zgomotul de fond al amplificatorului sau al mediului ambiant.

Un amplificator cu o putere mai mare poate fi folosit în bune condiții la audiții în sălile cu un volum mai mare, ca de exemplu cluburi, școli etc. sau la o radioficare locală.

Un astfel de amplificator se realizează ușor cu ajutorul unui etaj final în contratimp, care are avantajul că suprimă componenta continuă a fluxului în transformatorul de ieșire și deci acesta se poate dimensiona mai rațional. Pe de altă parte, montajul în contratimp elimină armonicile pare și în consecință amplificatorul va avea distorsiuni mai mici. De asemenea, pentru o alimentare în paralel, montajul prezintă o mai mică sensibilitate la defectele de filtraj și o mai mică tendință de cuplaj prin impedanța comună a sursei de alimentare.

Montajul în contratimp este practic singurul întrebuințat în redarea muzicii și vorbei, cu înaltă fidelitate. Din punctul de vedere al alimentării, tuburile sînt montate în paralel (fig. 21), iar din punctul de vedere al semnalului, în serie.

În general, tuburile pot lucra în clasa A , AB_1 , AB_2 sau B . În clasa B , randamentul este mai bun decît în clasele AB sau A , însă distorsiunile sînt mai mari. Se preferă lucrul într-un regim moderat AB (fără curenți de grilă), care nu

introduce nici distorsiuni prea mari și are și un randament mai bun ca în clasa A.

Montajul în contratimp se poate executa cu triode sau pentode. Avantajul folosirii triodelor este că acestea prezintă o impedanță de ieșire mică și dau armonici pare care însă sînt eliminate de însăși principiul de funcționare al montajului. Totuși, datorită faptului că triodele au un randament scăzut și necesită tensiuni alternative de atac a grilelor mai ridicate, se preferă în general pentodele (sau tetrodele cu fascicul dirijat). Cu toate că polarizarea fixă a tuburilor permite realizarea unei puteri mai mari, totuși se preferă adeseori polarizarea automată, care este mai puțin complicată.

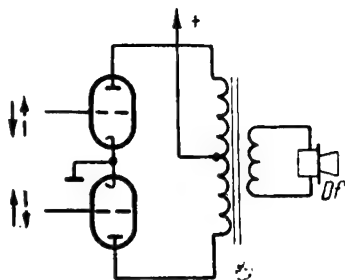


Fig. 21. Etaj final în contratimp.

Semnalele care se aplică pe grilele tuburilor trebuie să fie în antifază. Inversorul de fază este cel care permite trecerea de la montajul simplu la montajul simetric. Transformatorul cu priză mediană, care mai poate realiza această funcțiune, este o piesă grea, costisitoare și în același timp rezultatele obținute nu satisfac în totală măsură. De aceea el se utilizează din ce în ce mai rar.

Pentru ca amplificatorul să nu aibă distorsiuni, este necesar ca cele două tensiuni de atac să fie aproximativ egale. O disimetrie de 1% este bună și mai mult nu este necesar, deoarece pantele tuburilor finale diferă cu mult mai mult. O disimetrie de 5% este suficientă și este admisă în amplificatoarele obișnuite.

În domeniul inversoarelor, există foarte multe inovații care s-au făcut în ultimii ani. Totuși trei din montajele clasice au rămas valabile și se aplică cu succes la majoritatea amplificatoarelor. Vom face o analiză sumară a acestora. În fig. 22 este dată schema de principiu a inversorului cu sarcină distribuită, care este cel mai simplu dintre aceste montaje.

Rezistențele din circuitele anodice și catodice fiind egale, cele două tensiuni alternative culese în punctele 1 și 2 sînt și ele egale.

Acest inversor prezintă avantajul că este simplu și are distorsiuni mici din cauza reacției negative de curent de pe catod. Totuși, trebuie să se țină seama de faptul că nu are câștig (amplificare aproximativ 0,9), prezintă impedanțe de

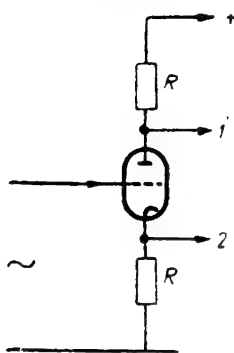


Fig. 22. Inversor de fază cu sarcină distribuită.

ieșire diferite (în circuitul anodic mult mai mare decât în circuitul catodului) și o funcționare defectuoasă la frecvențe înalte (nu se mai obține o echilibrare a amplitudinilor și fazelor). De asemenea, nu poate fi folosit când se cer tensiuni prea mari de atac pe grilele tuburilor finale.

În fig. 23 este prezentată schema de principiu a inversorului de fază cu cuplaj catodic.

Semnalul aplicat pe grila primului tub se regăsește cu aceeași fază pe catod. Deoarece grila celui de al doilea tub din punct de vedere alternativ este la masă, semnalul aplicat în catod

dă naștere în anodul 2 unei tensiuni alternative în antifază cu cea de pe anodul 1.

Pentru ca cele două tensiuni să fie și egale, trebuie ca R_2 să fie ceva mai mare (cu circa 5%) ca R_1 .

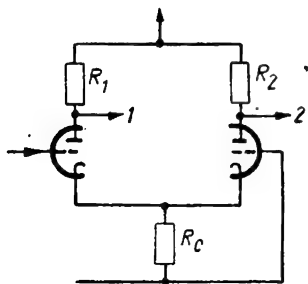


Fig. 23. Inversor de fază cu cuplaj catodic.

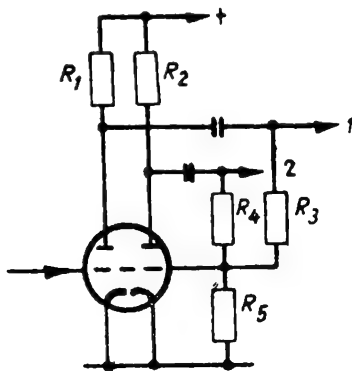


Fig. 24. Inversor de fază cu autocchilibrare.

Acest inversor, foarte mult folosit în montajele de calitate, are avantajul că echilibrarea lui nu este condiționată de simetria celor două triode. De asemenea, amplificarea este aproximativ egală cu jumătate din amplificarea primei triode, iar impedanțele de ieșire sînt egale, dacă cele două triode sînt identice. Tensiunile furnizate sînt mai mari ca cele de la montajul cu sarcină distribuită.

Unul din inconvenientele acestui inversor este că necesită o dublă triodă. De asemenea, absența reacției negative de curent face ca el să aibă distorsiuni ceva mai mari decît primul montaj, dar nu mai mari ca un etaj utilizat normal.

În fig. 24 este dată schema de principiu a inversorului cu autoechilibrare. De la primul tub care amplifică normal se ia o parte din tensiune și se aplică celui de al doilea tub care are o puternică reacție negativă din anod pe grilă, prin R_4 . În felul acesta, cele două tensiuni din anodi apar în antifază și egale.

Acest montaj se poate realiza și cu o triodă și o pentodă, căci primul tub are funcția numai de amplificare. Amplificarea inversorului este egală cu cea a primului tub și din acest punct de vedere montajul este avantajos. De asemenea, inversorul acesta este cel mai apt pentru a livra tensiuni mari de semnal. Totuși, are și inconveniente, printre care remarcăm inegalitatea impedanțelor de ieșire.

Realizarea practică a montajelor prezentate se poate urmări în descrierile amplificatoarelor ce urmează.

Montajul I. Primul amplificator descris reprezintă partea de joasă frecvență a unui radioreceptor de înaltă calitate, dar poate fi executat și ca dispozitiv separat pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri. El conține trei etaje de amplificare, realizate cu tuburile 6Ж8, 6H8C și $2 \times 6C4C$, are regulator de volum compensat (urmărește aproximativ curbele de senzație auditivă) și reglaj de ton pentru frecvențe înalte și joase. Alimentarea se poate face de la o rețea de curent alternativ printr-un redresor obișnuit.

Banda de trecere a amplificatorului este de 50—10 000 Hz, puterea de ieșire nominală de 8W cu un coeficient de distorsiuni sub 2,5% iar sensibilitatea de 150 mV.

Schema și piesele. Schema principală a amplificatorului este prezentată în fig. 25. Primele două etaje ale amplificatorului (pentoda 6Ж8 și jumătatea din stînga a dublei triode 6H8C) sînt amplificatoare normale cu cuplaj RC. La intrarea amplificatorului există regulatorul de volum

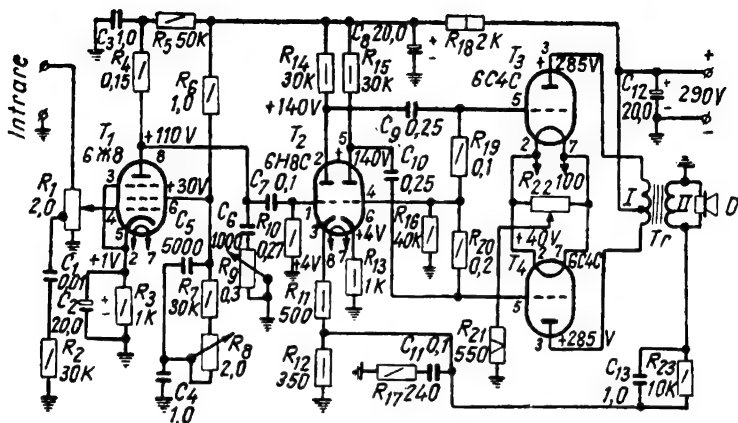


Fig. 25. Schema de principiu a unui amplificator în contratimp realizat cu triode.

R_1 cu circuitul de compensație C_1R_2 . În acest fel, se produce o ridicare a frecvențelor joase față de frecvențele medii și înalte, care este cu atât mai pronunțată cu cît cursorul potențiometrului se află mai jos.

Între primul și al doilea etaj amplificator sînt așezate reglatoarele de ton pentru frecvențe joase R_8 și pentru frecvențe înalte R_9 . Reglarea se realizează datorită variației coeficientului de amplificare al primului tub, la capetele benzii de trecere, coeficient care depinde de impedanța din circuitul anodic și de reacția negativă din circuitul grilei ecran a tubului.

Amplificarea frecvențelor înalte se reglează prin variația impedanței circuitului C_6R_9 care șuntează rezistența de sarcină R_4 . La frecvențe joase, amplificarea se reglează prin variația impedanței circuitului $C_5C_4R_7R_8$ care schimbă la rîndul său valoarea componentei alternative a tensiunii de

pe ecranul tubului T_1 , care acționează în antifază cu tensiunea de audiofrecvență de pe grila de comandă.

Etajul inversor de fază este un etaj cu autoechilibrare, ale cărui performanțe au fost deja prezentate.

În etajul de ieșire al amplificatorului se utilizează triodele T_3 și T_4 . De la înfășurarea II a transformatorului de ieșire, prin divizorul $R_{23}C_{13}R_{12}$ se aplică tensiunea de reacție negativă, care asigură indicii de înaltă calitate ai amplificatorului.

Condensatorul C_{13} atenuează acțiunea reacției la frecvențe joase, iar condensatorul C_{11} cu rezistența R_{17} — la frecvențele superioare ale benzii de trecere, datorită cărui fapt, la aceste frecvențe amplificarea crește și deci se asigură o rezervă de amplificare necesară reglajului tonului.

Transformatorul de ieșire Tr , calculat pentru un difuzor cu o impedanță de $10\ \Omega$, are miez din tole E 12,5, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea I are 2×750 spire cu sîrmă de 0,2 mm, iar înfășurarea II are 67 spire cu sîrmă de 0,8 mm. Pentru cazul cînd se folosește la ieșire un difuzor de 12,5 VA, de producție indigenă, care are o impedanță de $6,3\ \Omega$, secundarul transformatorului va fi bobinat cu 53 spire cu sîrmă de 0,9 mm.

Tubul redresor trebuie să suporte curentul consumat de cele două tuburi din etajul final sub o tensiune de 290 V. În fig. 40 se dă un redresor realizat cu tubul EZ81 care poate fi folosit și în cazul schemei prezentate aici.

Montajul II. Un alt amplificator care poate fi utilizat ca parte de joasă frecvență a unui radioreceptor, sau realizat ca instalație separată pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri, conține tuburile 6Ж8, 6H8C și în etajul final două tetrode cu fascicul dirijat de tipul 6П6C (fig. 26). Montajul are regulator de volum compensat și regulator de ton separat pentru frecvențe joase și înalte, realizate identic ca și în fig. 25.

Alimentarea se poate face de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unui grup redresor.

Banda de frecvențe pe care le lasă să treacă amplificatorul se găsește în limitele 50—10 000 Hz, puterea de ieșire este de 8 W, cu distorsiuni sub 1,5%, iar sensibilitatea de 140 mV.

Schema și piesele. Schema principală a amplificatorului este dată în fig. 26. Față de montajul prezentat anterior remarcăm existența grupului $R_{18}C_{12}$ care permite o echilibrare mai bună a frecvențelor înalte pe grilele celor

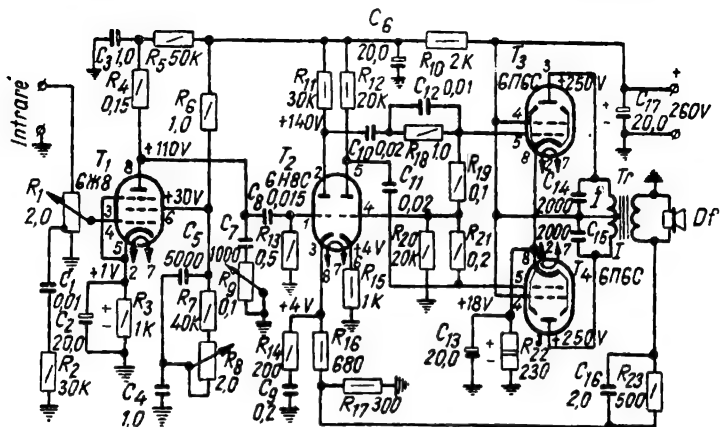


Fig. 26. Schema de principiu a unui amplificator în contratimp realizat cu tetrode cu fascicul dirijat.

două tuburi finale și evită oscilațiile pe frecvențe joase. În rest, pînă la etajul final, montajele sînt identice.

Etajul final folosește o negativare comună ambelor tuburi. Aceasta are avantajul că este simplă, însă în cazul apariției unui dezechilibru între tuburi, acest dezechilibru se accentuează foarte rapid.

De pe înfășurarea *II* a transformatorului de ieșire, se aplică prin intermediul rețelei $R_{23}C_{16}R_{17}$ o tensiune de reacție negativă în circuitul catodic al primei triode a tubului T_2 . Condensatorul C_{16} micșorează acțiunea acestei reacții la frecvențe inferioare, iar rezistența R_{14} și condensatorul C_9 — prin micșorarea impedanței din circuitul de catod — la frecvențe înalte. În consecință, frecvențele joase și înalte vor fi ridicate și se creează o rezervă de amplificare necesară reglării tonului.

Transformatorul de ieșire este executat pe tole E12, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I* are $2 \times 1\,500$ spire cu conductor de 0,15 mm, iar înfășurarea *II*

are 105 spire de 1 mm pentru un difuzor de $10\ \Omega$ și 83 spire de 1,1 mm pentru un difuzor de $6\ \Omega$. Față de transformatorul precedent, se remarcă că numărul de spire este mult mai mare. Aceasta din cauză că pentodele (sau tetrodele cu fascicul dirijat) avînd o impedanță internă mai mare, necesită o inductanță a primarului transformatorului mai mare.

Montajul III. Se descrie un alt amplificator cu o putere ceva mai mare (25 W). Distorsiunile neliniare pentru puterea nominală sînt mai mici de 2%, iar caracteristica de frecvență este practic liniară în limitele 50—8000 Hz. Amplificatorul poate funcționa cu o sursă de semnal destul de slabă, cum ar fi o doză electromagnetică, deoarece are un factor de amplificare mare.

Ca sarcină a amplificatorului pot fi conectate un grup de difuzoare sau o linie de radiofrecvență. Amplificatorul se alimentează de la rețeaua de curent alternativ de 110 sau 220 V.

S c h e m a. Amplificatorul conține trei etaje de amplificare de joasă frecvență (fig. 27). Primul etaj este executat

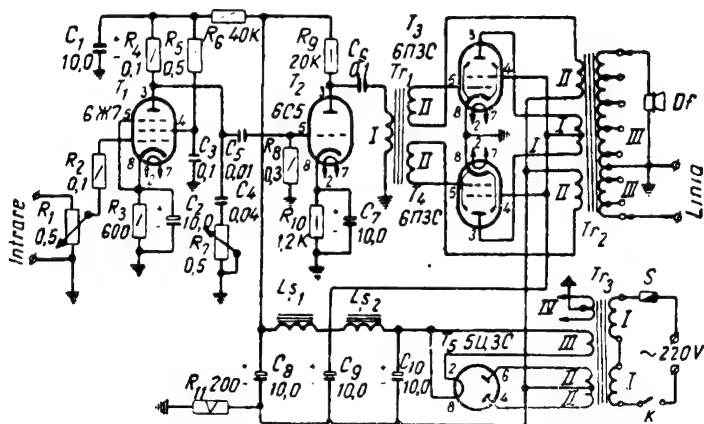


Fig. 27. Schema de principiu a unui amplificator de putere medie (25 W).

după o schemă obișnuită RC. Potentiometrul R_1 de la intrarea acestui tub are rolul de regulator de volum. Rezistența R_2 este conectată în circuitul de grilă al tubului T_1

cu scopul de a preîntîmpina oscilațiile etajului pe frecvențe foarte ridicate. Reglajul tonului (frecvențele înalte) se realizează în circuitul anodic al tubului, cu ajutorul rezistenței variabile R_7 . Cel de al doilea etaj, realizat cu trioda 6C5, este un amplificator normal cu sarcină anodică rezistivă. O particularitate a montajului este că atacă grilele etajului final cu ajutorul unui transformator Tr_1 , soluție care nu prea se mai utilizează decît în amplificatoarele de mare putere.

În etajul final funcționează în contratimp două tuburi 6Π3C. Reacția negativă, care se aplică din înfășurările suplimentare ale transformatorului de ieșire Tr_2 pe grilele tuburilor finale, îmbunătățește performanțele amplificatorului.

Secționarea înfășurării *III* a transformatorului de ieșire permite conectarea la ieșirea amplificatorului a unor difuzoare de diverse impedanțe.

Redresorul cu dubla dioda T_5 de tipul 5Π3C este realizat după o schemă obișnuită. Grupul de filtraaj conține două celule cu bobinele de șoc $L_{\delta 1}$ și $L_{\delta 2}$ și condensatoarele C_8 , C_9 și C_{10} . Circuitele anodice ale tuburilor sînt alimentate separat pentru a nu da naștere unor oscilații de joasă frecvență.

Tensiunea de negativare pe grilele tuburilor se aplică de pe rezistența R_3 (pentru tubul T_1), rezistența R_{10} (pentru tubul T_2) și rezistența R_{11} (pentru tuburile T_3 și T_4).

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e. Amplificatorul se poate monta în cutie de lemn ($485 \times 210 \times 355$ mm), cu placa din față demontabilă. Toate piesele amplificatorului se așază pe un șasiu executat din tablă de oțel moale cu grosimea de 1—1,5 mm.

Transformatorul inversor de fază Tr_1 este executat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm. Înfășurarea *I* constă din 3 200 spire cu conductor de 0,1 mm iar înfășurarea *II* din $2 \times 6\,000$ spire tot cu 0,1 mm. Transformatorul de ieșire Tr_2 este executat pe tole E16 cu grosimea pachetului de 35 mm. Înfășurarea *I* are 2×850 spire cu conductor de 0,3 mm grosime, înfășurarea *II* are 2×60 spire cu diametrul de 0,6 mm (se alege experimental în limitele 2×20 la 2×100 spire) și înfășurarea *III* cu $22 + 7 + 5 + 9 + 6 + 29$ spire cu sîrmă cu diametrul de 1,5 mm și $214 + 88 + 112$ spire cu grosimea de 0,55 mm (secțiunile acestei înfășurări sînt calculate corespunzător impedanțelor de

ieșire de 2, 3, 4, 5, 8, 16 Ω , mergînd de la masă în sus, și de 125, 250 și 500 Ω , mergînd de la masă în jos).

Transformatorul de rețea Tr_3 este bobinat pe tole E 16 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are 2×200 spire cu conductor de 0,8 mm grosime; înfășurarea *II* are 2×670 spire cu 0,35 mm grosime; înfășurarea *III* are 7 spire cu 1,4 mm diametru și înfășurarea *IV* are 2×5 spire cu diametrul de 1,5 mm.

Bobina de șoc L_{s1} este bobinată pe tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm, avînd 3 400 spire cu conductor de 0,08 mm (rezistența înfășurării în curent continuu este de 1 400 Ω). Bobina de șoc L_{s2} este realizată pe tole E 12,5 cu grosimea pachetului de 25 mm și întrefier de 0,1 mm. Ea conține 3 000 spire cu conductor de 0,3 mm (rezistența în curent continuu de 150 Ω).

Acest amplificator se poate folosi de asemenea pentru amplificarea discursurilor sau a programelor captate de un microfon sau pentru redarea benzilor de magnetofon. Pentru aceasta însă este nevoie de încă un etaj preamplificator, asemănător primului etaj de intrare.

Montajul IV. Un amplificator care poate fi folosit la un centru de radioficare școlar și care folosește în etajul final tot două tuburi 6Π3C în contratimp, se prezintă în fig. 28.

La ieșirea amplificatorului se pot conecta fie două difuzoare, fiecare de circa 10 W, fie 18—25 difuzoare cu putere de 1 W. Ca sursă de program se poate folosi un microfon, un receptor sau un picup.

S c h e m a. Schema principială a amplificatorului conține trei etaje de preamplificare, un etaj defazor, etajul final și un grup de alimentare.

Cu ajutorul comutatorului K se poate trece pe diverse moduri de funcționare. Astfel pentru poziția 1 a acestui comutator, amplificatorul lucrează cu microfonul M , pentru poziția 2 lucrează cu receptorul R și pentru poziția 3, cu doza de picup.

Amplificatorul are o reacție negativă care se aplică de pe înfășurarea V a transformatorului Tr_1 pe grila triodei din altinga a tubului T_3 . Această reacție negativă poate fi dozată cu ajutorul potențiometrului R_{18} .

Ca regulator de volum al amplificatorului se folosește potențiometrul R_4 , iar ca regulator al tonului rezistența variabilă R_9 cu ajutorul căreia se modifică amplificarea frecvențelor înalte.

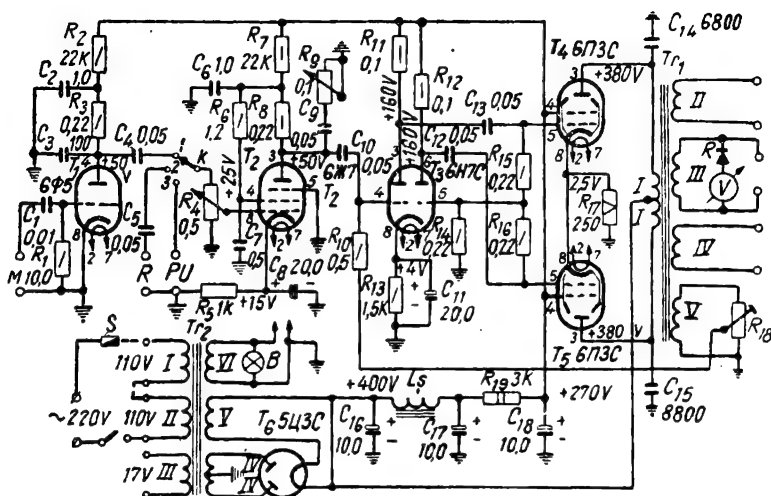


Fig. 28. Schema de principiu a unui amplificator pentru centrul radiofonic școlar.

Înfășurarea II (120 V) a transformatorului de ieșire Tr_1 este calculată pentru cazul conectării difuzoarelor cu pîlnie de tipul P10; înfășurarea III (30 V) este calculată pentru conectarea difuzoarelor de radiofonic, precum și pentru controlul funcționării amplificatorului cu ajutorul voltmetrului magnetoelectric V , conectat prin elementul de cuproxid R . Tot pentru control, însă auditiv (cu ajutorul unui difuzor), servește și înfășurarea IV. Înfășurarea V servește numai pentru contrareacție.

Construcția și piesele. Piesele amplificatorului sînt montate pe un șasiu metalic și pe panoul frontal fixat de acesta. Toate acestea sînt executate din tablă de oțel sau aluminiu cu grosimea de 2—3 mm.

Un exemplu de așezare a principalelor piese ale amplificatorului pe șasiu și pe panou este dat în fig. 29.

Transformatorul de ieșire Tr_1 este realizat cu miez din tole E16 cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea I constă din $2 \times 1\,000$ spire, înfășurarea II din — 500 spire cu conductor de 0,25 mm grosime, înfășurarea III — din

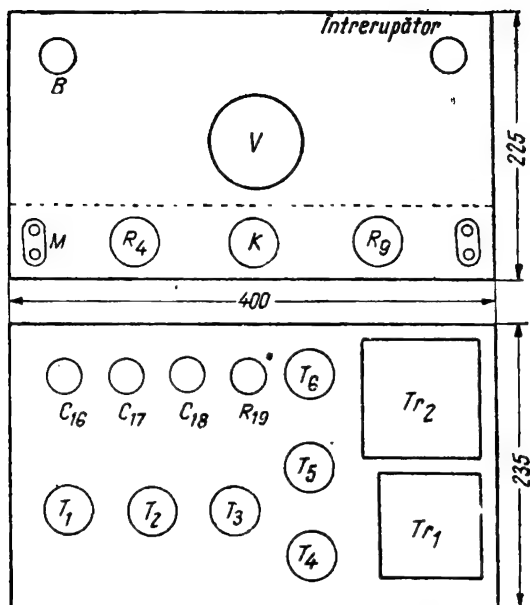


Fig. 29. Așezarea pieselor pe șasiul amplificatorului pentru centrul de radioficare școlară.

125 spire, înfășurarea IV — din 70 spire și înfășurarea V — din 100 spire, toate acestea din urmă cu sîrmă de 0,7 mm grosime.

Transformatorul de alimentare Tr_2 are miez din tole E16 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea I (de 110 V) are 200 spire, înfășurarea II (de 110 V) — tot 200 spire, înfășurarea III (de 17 V) — 30 spire cu conductor de 0,8 mm, înfășurarea IV — cu 2×670 spire de 0,35 mm, înfășurarea V — 10 spire de 1,4 mm și înfășurarea VI — 12 spire de 1,5 mm.

Bobina de șoc a filtrului $L_{\text{ș}}$ are un miez din tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm și cu un întrefier de 1 mm. Ea se execută cu 3 400 spire de 0,15 mm grosime.

R e g l a r e a. După execuția amplificatorului, se verifică regimul de funcționare al tuburilor sale și apoi cu ajutorul potențiometrului R_{18} se stabilește mărimea necesară a reacției (după auz, la funcționarea optimă a amplificatorului). Dacă la introducerea reacției negative amplificatorul oscilează (apar fluierături), trebuie inversate legăturile înfășurării V a transformatorului de ieșire Tr_1 .

IV. Amplificatoare de calitate

Progresele care s-au realizat recent în toate domeniile de reproducere a sunetului, de la modulația de amplitudine la modulația de frecvență, de la discul standard la discul cu înregistrare microrile etc., au dus la necesitatea apariției unor amplificatoare cu performanțe superioare. Aceste amplificatoare se folosesc separat sau completează un aparat de radiorecepție sau o combină muzicală de înaltă calitate.

Performanțele superioare ale acestor amplificatoare se realizează pe seama unor complicații de ordin tehnic și din această cauză reglajul nu se poate executa decât de radioamatorii cu o practică îndelungată în domeniu și cu ajutorul unor aparate de măsură adecvate.

Montajul I. Amplificatorul ce se descrie reprezintă partea de joasă frecvență a receptorului „Riga-10”. El poate fi realizat ca o parte componentă a radioreceptorului de clasă superioară de fabricație proprie, sau sub formă de adaos la radio receptorul existent care are partea de joasă frecvență slabă. Un astfel de amplificator se poate utiliza desigur și pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri, precum și într-o serie de alte scopuri.

Amplificatorul (împreună cu redresorul) conține cinci tuburi. El are regulator de volum compensat și regulatoare de ton pentru frecvențe înalte și joase. Puterea de ieșire a amplificatorului este de circa 8 W cu distorsiuni sub 2%. Tensiunea de intrare necesară obținerii acestei puteri este de ordinul a 0,2 V. .

S c h e m a. Schema de principiu a amplificatorului este dată în fig. 30 și cuprinde două etaje preamplificatoare de joasă frecvență cu tubul pentodă T_1 și trioda din stînga a tubului T_2 , un etaj defazor cu trioda din dreapta a tubului T_2 , un etaj final în contratimp cu tetrodele cu fascicul dirijat T_3 și T_4 și un redresor cu dioda T_5 .

Pentru mărirea stabilității de funcționare și îmbunătățirea calitativă a reproducerii, amplificatorul are patru circuite de reacție negativă.

Unul din aceste circuite, format din rezistențele R_{28} și R_{17} , leagă ieșirea amplificatorului cu catodul triodei din.

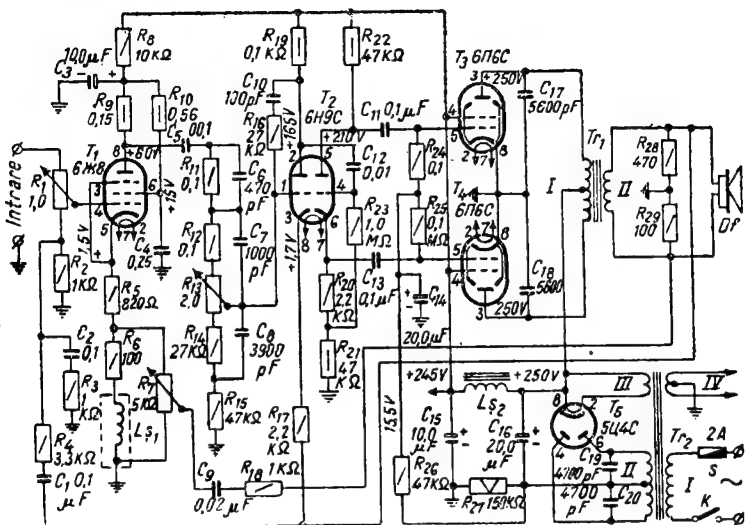


Fig. 30. Schema de principiu a unui amplificator cu etaj final în contratimp, pentru radioreceptor de înaltă calitate.

stînga a tubului T_2 . Tensiunea de reacție negativă aplicată în acest caz de pe înfășurarea II a transformatorului de ieșire Tr_1 micșorează coeficientul de distorsiuni și impedanța internă a amplificatorului, iar aceasta îmbunătățește simțitor calitatea reproducerii sonore.

Alt circuit de reacție negativă format din condensatorul C_{10} și rezistența R_{16} este conectat între anodul și grila triodei din stînga a tubului T_2 . El contribuie la scăderea bruscă a amplificării la frecvențe mai mari decît gama de lucru și mărește în acest fel stabilitatea de funcționare a amplificatorului.

Celelalte două circuite de reacție negativă sînt utilizate în grupele de reglaj al volumului și tonului.

Primul din ele, care leagă ieșirea amplificatorului cu circuitul grilei de comandă a tubului T_1 , asigură la reglarea volumului compensarea frecvențelor audio joase și înalte. Mărimea reacției variază în funcție de poziția cursorului regulatorului de volum R_1 . Creșterea frecvențelor joase este dată de condensatorul C_1 și rezistența R_4 , iar creșterea frecvențelor înalte de condensatorul C_2 și rezistența R_3 .

Cel de-al doilea circuit de reacție negativă, care ia o parte din tensiunea de la ieșirea amplificatorului și o introduce pe catodul tubului T_1 , este utilizat pentru reglajul tonului la frecvențe superioare (domeniul 1 000—8 000 Hz). În acest circuit intră rezistențele R_{29} , R_{18} , R_7 , R_6 și R_5 , condensatorul C_9 și bobina de șoc $L_{\text{ș1}}$.

Cînd cursorul potențiometrului R_7 se află în poziție superioară (conform schemei), se obține o bandă mai îngustă în domeniul frecvențelor superioare. Cînd cursorul aceluiași potențiometru se află în poziție inferioară, banda se lărgeste.

În schema de reglaj al tonului la frecvențe joase intră rezistențele R_{12} , R_{13} , R_{14} și condensatoarele C_7 și C_8 . Deplasarea cursorului potențiometrului R_{13} de o parte sau de alta față de poziția sa medie determină creșterea sau scăderea amplificării la frecvențele joase.

Redresorul este realizat după o schemă obișnuită de redresare a ambelor alternanțe. Tensiunea redresată și filtrată se aplică prin decuplajele corespunzătoare în circuitele anodice ale tuburilor amplificatoare. Tensiunea pentru alimentarea etajului final se ia înainte de bobina de șoc a filtrului. Această metodă de alimentare, în cazul schemei în contratimp bine echilibrată și a reacției negative, nu dă un zgomot de fond mare, în schimb însă are o influență pozitivă asupra stabilității de funcționare a amplificatorului.

Piesele. Bobina de corecție $L_{\text{ș1}}$ conține 1 500 spire cu conductor de 0,14—0,15 mm, bobinate pe o carcasă de 10 mm diametru și de 15 mm lungime. Ea este așezată într-un blindaj de oțel.

Bobina de șoc $L_{\text{ș2}}$ este realizată pe tola E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Ea are 3 000 spire cu conductor de 0,2—0,25 mm.

Transformatorul de ieșire Tr_1 este realizat pe tola E 10 cu grosimea pachetului de 30 mm. Înfășurarea *I* are $2 \times \times 1200$ spire cu conductor de cupru emailat de 0,14—0,15 mm, iar înfășurarea *II*, 2×96 spire cu conductor de 0,41—0,44 mm. Înfășurarea *I* este așezată între cele două jumătăți ale înfășurării *II*, care sînt conectate în paralel. În acest fel inductanța de scăpări a transformatorului se micșorează și face posibilă pe de o parte redarea frecvențelor superioare cu distorsiuni de frecvență relativ mici, iar pe de altă parte aplicarea unei reacții negative mai mari. Transformatorul de ieșire este calculat pentru un difuzor cu impedanța de 12 Ω .

Transformatorul de rețea Tr_2 este executat pe tole E20, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea *I*, calculată pentru conectarea la rețeaua de 110, 127 și 220 V, constă din două secțiuni identice cu $341 + 53$ spire din conductor de 0,44 mm. Înfășurarea *II* are 2×800 spire cu conductor de 0,25—0,27 mm, înfășurarea *III* are 16 spire cu sîrmă de 1,0—1,2 mm, iar înfășurarea *IV* are 21 spire cu sîrmă de 1,5—1,6 mm, cu priză mediană. Între înfășurările *I* și *II* există un ecran. Transformatorul este calculat și pentru alimentarea suplimentară a părții de înaltă frecvență a radioreceptorului sau a amplificatorului de microfon.

Montajul II. Un alt amplificator cu utilizare universală este descris în cele ce urmează. Acest amplificator conține cinci tuburi (6Φ5, 6Ж7, 6H8C și două 6Π6C) și se alimentează de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul redresorului cu dioda 5Ц4C.

Banda de trecere a amplificatorului este de 50—10000 Hz, iar puterea de ieșire de 12 W cu distorsiuni neliniare de 2%. Regulatele de ton asigură corecția frecvențelor joase (în limitele ± 12 dB) și a celor înalte (pînă la + 5 dB). Nivelul de zgomot la ieșirea amplificatorului în raport cu nivelul maxim de ieșire este de -50 dB. Puterea consumată de la rețea este egală cu 100 W.

Acest amplificator poate fi folosit pentru centrul de transmitere al unui club sau al unei școli, la amplificarea vorbei sau a programelor muzicale într-o sală mare, la

instalațiile de înregistrare a sunetului sau ca modulator al emițătorului pe unde scurte al radioamatorului.

S c h e m a. Amplificatorul are patru etaje de amplificare (fig. 31). Primul etaj cu tubul T_1 se folosește numai în cazul funcționării cu microfon, sau doză dinamică. Tensiunea de la o doză de picup cu cristal de la un magnetofon sau de pe linie se aplică la intrarea celui de-al doilea etaj realizat cu tubul T_2 . Rezistența variabilă are aici rolul de regulator de volum. Trecerea la un fel sau altul de funcționare se face cu ajutorul comutatorului K_1 . În cel de-al treilea etaj de amplificare se folosește trioda din stînga a tubului T_3 . Tensiunea de audiofrecvență din circuitul anodic al acestei triode se aplică pe grila de comandă a tubului de ieșire T_4 , iar o parte din ea de pe divizorul $R_{16}R_{17}$ ajunge pe grila triodei din dreapta a tubului T_3 , este amplificată pînă la valoarea necesară și se aplică cu fază inversă pe grila de comandă a tubului de ieșire T_5 .

Etajul final cu tuburile T_4 și T_5 funcționează după schema în contratimp. Pentru funcționarea stabilă a tuburilor etajului final, în circuitele sale anodice sînt conectate prin condensatoarele C_{16} și C_{17} , rezistențele R_{21} și R_{22} .

De pe înfășurarea *II* a transformatorului de ieșire Tr_3 se aplică la intrarea celui de-al treilea etaj de amplificare tensiunea de reacție negativă variabilă cu frecvența. Rezistențele variabile R_6 și R_{15} , din circuitele de reacție negativă, au rolul corespunzător de reglare a frecvențelor audio joase și înalte. Comutatorul K_2 este destinat trecerii amplificatorului din regimul de înregistrare pe bandă de magnetofon (L_{s1} , C_8) în regimul de reproducere (C_6).

Înfășurarea *III* a transformatorului de ieșire Tr_3 este executată cu prize și calculată pentru sarcini de 3 Ω , 5 Ω , 7 Ω , 15 Ω sau 200 Ω . Linia (în cazul utilizării amplificatorului pentru transmisii) sau doza de înregistrare (în cazul funcționării amplificatorului în instalațiile de înregistrare pe discuri) se conectează la ieșirea de 200 Ω (întreaga înfășurare). Rezistența R_{23} și condensatorul C_{18} micșorează amplificarea în domeniul frecvențelor acustice inferioare, ceea ce este necesar în regimul de înregistrare.

Capul de magnetofon de înregistrare se conectează la capetele înfășurării de 7 Ω sau 15 Ω . În serie cu înfășurarea capului, se conectează în acest caz generatorul de curent de

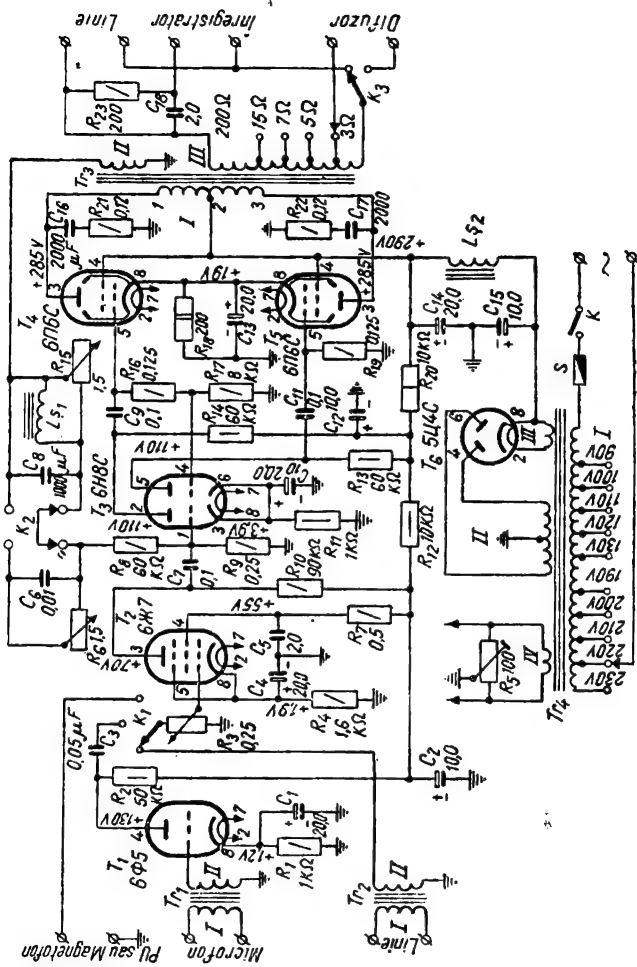


Fig. 34. Schema de principiu a unui amplificator universal.

premagnetizare. Ieșirile de $3\ \Omega$, $5\ \Omega$, $7\ \Omega$ și $15\ \Omega$ servesc pentru conectarea diverselor difuzoare.

Redresorul realizat cu dioda T_6 redresează ambele alternanțe. Pentru micșorarea zgomotului se introduce în circuitul de încălzire al tuburilor un punct median artificial cu rezistența R_5 . Cursorul acestui potențiometrul se stabilește la reglajul amplificatorului, pentru nivelul de zgomot minim.

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e . Este bine ca amplificatorul și redresorul să fie montate pe șasiuri separate de oțel sau aluminiu, dispuse în timpul funcționării la distanță de 1—1,5 m unul de altul. În acest caz, pentru amplificator se execută un șasiu cu dimensiunile de $300 \times 200 \times 60$ mm. Amplificatorul, fără primul etaj de amplificare (amplificatorul de microfon), poate fi de asemenea montat împreună cu redresorul pe un șasiu comun cu dimensiunile de $400 \times 320 \times 60$ mm. Forma exterioară a amplificatorului se recomandă a fi aceea de cutie de metal sau lemn.

Transformatorul de microfon Tr_1 are miezul din tole de permalloy E6,4 cu o grosime a pachetului de 15 mm. Carcasa transformatorului este împărțită prin trei plăci în patru secțiuni (galeți). Înfășurarea *II* (4×2160 spire cu conductor de 0,05 mm) este așezată peste înfășurarea *I* (4×180 spire cu conductor de 0,2 mm). Spirele înfășurărilor sînt dispuse uniform în toate secțiunile carcaserii. Între înfășurări este așezat un ecran electrostatic (un strat de sîrmă izolată sau de foiță conductoare). Transformatorul montat trebuie să fie închis în ecran cilindric de permalloy, peste care se așază un ecran identic de cupru.

Transformatorul de linie Tr_2 este executat pe tole de oțel E10 cu grosimea pachetului de 20 mm. Înfășurarea *I* are 1 600 spire cu conductor de 0,2 mm, iar înfășurarea *II* are 400 spire cu sîrmă de 0,1 mm.

Transformatorul de ieșire Tr_3 are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 35 mm. Carcasa înfășurărilor este divizată la mijloc printr-o placă cu decupări pentru trecerea sirmei. Înfășurarea *I* are 4 000 spire din conductor de 0,2—0,22 mm cu priză mediană; înfășurarea *II* are 78 spire cu sîrmă de 0,1—0,12 mm, iar înfășurarea *III* are 172 spire cu sîrmă de 1,0 mm și 453 spire cu sîrmă de 0,5 mm. Prizele, în această ultimă înfășurare, sînt la

77, 100, 123 și 172 spire. Așezarea înfășurărilor pe carcasă și schema lor de legare este dată în fig. 32. La început se bobinează pe o jumătate din carcasă 1 000 spire ale înfășurării *I* și apoi se întoarce carcasa și se bobinează pe cealaltă jumătate de carcasă încă 1 000 spire ale acestei înfășurări. Apoi, fără a întoarce carcasa, se bobinează înfășurarea *II* (cîte 39 spire în fiecare galet), iar deasupra ei se bobinează a doua jumătate a înfășurării *I* (la fel ca prima).



Fig. 32. Așezarea înfășurărilor pe carcasa transformatorului de ieșire și schema lor de conexiune.

Înfășurarea *III* se așază deasupra și este repartizată uniform în toate secțiunile.

Conductoarele tuturor înfășurărilor transformatorului trebuie așezate strîns (spiră lângă spiră), izolînd fiecare strat al înfășurării cu hîrtie parafinată.

Transformatorul de rețea Tr_4 este executat pe tole E12,5 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are 690 spire ($270 + 30 + 30 + 30 + 30 + 180 + 30 + 30 + 30 + 30$) cu conductor de 0,55 — 0,6 mm; înfășurarea *II* are 2×950 spire cu 0,2 — 0,22 mm; înfășurarea *III* are 16 spire cu 0,95 — 1,0 mm și înfășurarea *IV* are 20 spire cu conductor de 1,0 mm.

Bobina de șoc $L_{\text{ș}_1}$ (0,45—0,5 H) este executată pe tole de permalloy E6,4 cu grosimea pachetului de 16 mm. Înfășurarea sa conține 1 070 spire cu conductor de 0,2 mm. Tolele de permalloy pot fi înlocuite cu oțel obișnuit de transformator.

Bobina de șoc $L_{\text{ș}_2}$ este executată pe tole de oțel E12,5 cu grosimea pachetului de 35 mm, cu întrefier de 0,8—1 mm, avînd 4500 spire cu conductor de 0,3—0,35 mm.

În încheiere, remarcăm că tubul 6Φ5 poate fi înlocuit cu tubul 6Ж7 care se conectează ca triodă (se leagă grila ecran cu grila supresoare și cu anodul).

Montajul III. Un alt amplificator de calitate, destinat reproducerilor radiotransmisiunilor (după receptor), a înregistrărilor pe discuri (de la pickup) precum și a înregistrărilor magnetice (după preamplificator), are o putere de

ieșire de 25 W, cu distorsiuni sub 1,5%. Banda de trecere este de 30—10 000 Hz, cu o neuniformitate a amplificării sub ± 1 dB. Sensibilitatea amplificatorului este de 0,12 V. El are regulator de volum cu compensare de ton și reglaj de ton separat pentru frecvențe joase și înalte. Alimentarea se face de la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unui redresor, consumul fiind de 170 W.

S c h e m a. Schema principală a amplificatorului este dată în fig. 33. Amplificatorul are trei etaje preamplificatoare cu tuburile T_1 , T_2 și trioda din stînga a tubului T_3 , un etaj inversor de fază realizat cu trioda din dreapta a tubului T_3 , un etaj final în contratimp cu tuburile T_4 , T_5 , T_6 și T_7 și un redresor realizat cu diodele T_8 și T_9 .

Etajele preamplificatoare sînt etaje normale cu cuplaj RC. La intrarea primului etaj, există regulatorul de volum cu compensare de ton R_1 , care o dată cu variația nivelului, variază simultan și forma caracteristicii de frecvență a amplificatorului. Micșorarea amplificării la frecvențe medii, necesară în acest caz, se realizează cu ajutorul circuitului C_3R_3 care șuntează o parte din potențiometrul R_1 , iar creșterea la frecvențe înalte se realizează cu circuitul de reacție negativă $R_{10}C_5R_2R_3$ și condensatorul C_2 . Între primul și al doilea etaj este conectat circuitul de reacție negativă C_6LR_5 , în care condensatorul cu capacitate variabilă C_6 servește drept regulator de ton pentru frecvențele înalte. Cel de-al doilea și al treilea etaj sînt legate prin divizorul RC format din rezistențele R_{13} , R_{14} , R_{15} , R_{16} , R_{17} și condensatorul C_{12} , C_{13} , C_{14} . Rezistența variabilă R_{15} servește drept regulator de ton la frecvențe joase. La deplasarea cursorului rezistenței R_{15} în sus, amplificarea la frecvențe joase crește, iar la deplasarea sa în jos, scade.

Etajul inversor de fază este realizat după schema cu autoechilibrare. Tensiunea de joasă frecvență se aplică pe grila triodei din dreapta a tubului T_3 de pe rezistența R_{23} , pe care ia naștere prin curentul diferență al triodelor acestui tub. Pentru obținerea egalității tensiunilor alternative aplicate etajului final în contratimp, rezistența R_{26} trebuie să fie mai mare decît rezistența R_{25} .

În fiecare braț al etajului final lucrează cîte două tetrode cu fascicul dirijat de tipul 6П3С, legate în paralel. Pentru mărirea stabilității de funcționare a amplificatorului se

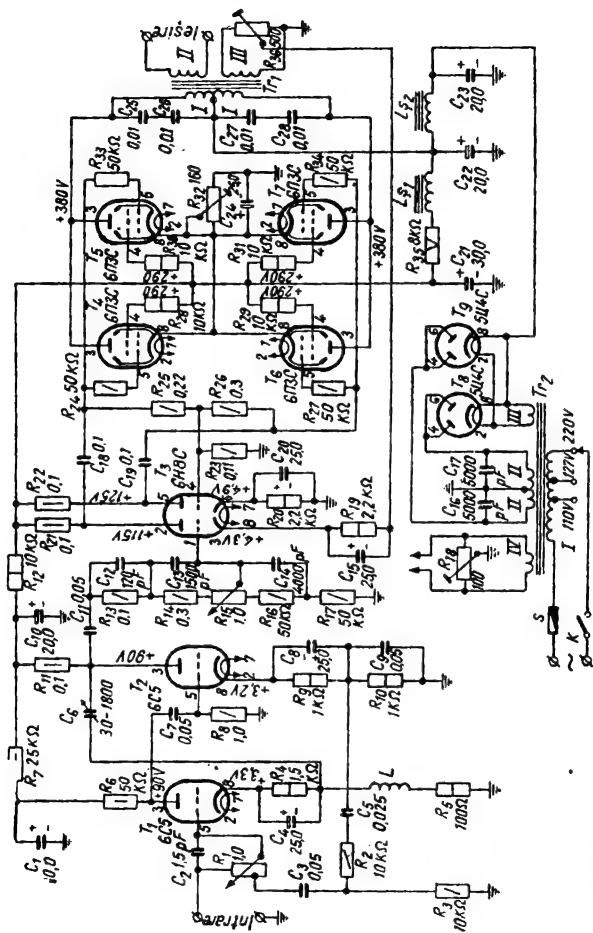


Fig. 33. Schema de principiu a unui amplificator de calitate de 25 W.

conectează în circuitele de grilă ale tuburilor finale rezistențele R_{24} , R_{27} , R_{33} și R_{34} . Tensiunea de negativare se aplică pe grilele de comandă ale tuburilor de pe rezistența R_{32} care se poate varia pentru a se putea stabili regimul de funcționare corectă a tuburilor.

De la ieșirea amplificatorului, se aplică pe catodul triodei amplificatoare din stînga o tensiune de reacție negativă. Potențiometrul R_{36} , de pe care se ia această tensiune, permite reglarea mărimii reacției negative; reglarea se face la punerea la punct a amplificatorului.

Redresorul cu două diode 5U4C este realizat după o schemă clasică. Rezistențele R_{35} din circuitul de filtraj micșorează tensiunea continuă de alimentare a circuitelor anodice a primelor trei tuburi amplificatoare și a circuitelor de ecran a tuburilor finale.

Potențiometrul R_{18} din circuitul de încălzire al tuburilor are rolul reducerii zgomotului de rețea; poziția cursorului potențiometrului se stabilește la reglarea amplificatorului, pentru nivelul de zgomot minim.

Construcția și piesele. Amplificatorul și redresorul se montează pe șasiuri metalice separate. Dimensiunile șasiului și un exemplu de așezare pe el sînt date în fig. 34.

Rezistența variabilă R_1 are priză la 0,2 M Ω (socotind de jos). Potențiometrele R_{18} și R_{32} sînt bobinate și pot disipa o putere de ordinul a 5 W. Ele și potențiometrul R_{36} au axul scurt cu creștătură, pentru a se putea regla numai la punerea la punct a amplificatorului.

Toate rezistențele fixe pot avea toleranțe de $\pm 10\%$.

Condensatorul variabil C_6 (cu dielectric solid), folosit pentru reglarea tonului la frecvențe superioare, poate fi

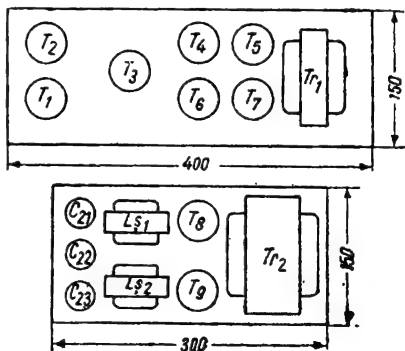


Fig. 34. Exemplu de așezare a pieselor pe șasiul amplificatorului și al redresorului.

înlocuit prin mai multe condensatoare fixe de 30, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 1 000 și 1 800 pF, conectându-le în schemă cu ajutorul unui comutator.

Condensatoarele C_{25} , C_{26} , C_{27} și C_{28} trebuie să aibă o tensiune de lucru de circa 500 V.

Inductanța L de 20 mH are bobinaj „universal”. Ea trebuie ecranată cu o foaie de oțel cu grosimea de 2—3 mm. Capetele de conexiune ale acestei bobine trebuie să fie cât mai scurte și ecranate.

Transformatorul de ieșire Tr_1 are miez pe tole E16, cu grosimea pachetului de 40 mm. Înfășurarea I are 2×1000 spire din conductor de cupru emailat, de diametru 0,26—0,28 mm; înfășurarea II are 4×40 spire cu sîrmă de 0,9—1,0 mm; înfășurarea III are 50 spire cu sîrmă de 0,26—0,28 mm. La început se bobinează două straturi ale înfășurării II cu ieșire de la fiecare strat, apoi prima jumătate a înfășurării I , urmează înfășurarea III ale cărei spire sînt așezate uniform într-un strat și în sfîrșit cea de-a doua jumătate a înfășurării I , iar pe aceasta se înfășoară încă două straturi ale înfășurării II cu ieșiri separate. Primul strat (inferior) al înfășurării II trebuie unit în serie cu al treilea strat al acestei înfășurări, iar al doilea cu stratul al patrulea (superior). Cele două părți ale înfășurării II obținute în acest mod se conectează în paralel pentru o sarcină de 2,5 Ω , sau în serie pentru o sarcină de 10 Ω .

Transformatorul de rețea Tr_2 are miezul din tole E20 cu grosimea pachetului de 65 mm. Înfășurarea I are $200 + 31 + 169$ spire cu conductor de $0,8 + 0,8 + 0,6$ mm; înfășurarea II are 2×629 spire cu sîrmă de 0,3 mm; înfășurarea III are 10 spire cu sîrmă de 1,5 mm și înfășurarea IV are 12 spire cu sîrmă de 1,4 mm. La început se bobinează înfășurarea I , deasupra acesteia așezîndu-se ecranul electrostatic format din foiță de cupru sau aluminiu, sau din sîrmă de cupru emailat, apoi se bobinează în ordine înfășurările II , III și IV .

Bobina de șoc $L_{\text{ș}}$ are miezul din tole E10, cu grosimea pachetului de 20 mm și cu întrefierul de 0,03—0,06 mm. Înfășurarea bobinei de șoc are 5850 spire, cu sîrmă de 0,15 mm (rezistența în curent continuu este de 800 Ω).

Bobina de șoc $L_{\text{ș}_2}$ are același miez dar cu întrefier de 0,1—0,15 mm. Înfășurarea sa are 1400 spire cu sîrmă de 0,3 mm (rezistența în curent continuu este de 46 Ω).

Reglarea. Dacă amplificatorul este executat cu îngrijire conform schemei, reglarea sa se reduce la controlul regimului de alimentare și la stabilirea după auz a calității audiției pentru diferite sarcini și poziții ale reguletoarelor de ton și de volum.

Controlul funcționării amplificatorului se începe din poziția minimă inferioară a cursorului potențiometrului R_{36} . Deplasînd cursorul în sus, se stabilește un grad de contrareacție astfel încît tensiunea la ieșirea amplificatorului să scadă de 5—7 ori. Apoi toate piesele care influențează amplificarea se reglează astfel încît pentru tensiunea de intrare de 120 mV și regulatorul de volum la maximum, tensiunea de ieșire să corespundă puterii nominale de ieșire de 25 W (pentru sarcină de 2,5 Ω rezultă circa 8 V, iar pentru sarcina de 10 Ω , circa 16 V).

Dacă la introducerea reacției amplificatorul începe să oscileze (reacție pozitivă), capetele înfășurării a *III*-a ale transformatorului Tr_1 trebuie inversate, pentru ca reacția să devină negativă.

În general, în toate amplificatoarele studiate pînă acum există transformatoare de ieșire care realizează adaptarea difuzorului de mică impedanță (de ordinul a cîțiva ohmi) la rezistența de ieșire (de ordinul kilohmilor) a tuburilor finale. Acest transformator este organul cel mai costisitor și cel mai puțin definit. Un bun transformator de ieșire trebuie să aibă o inductanță primară mare pentru a putea transmite corect frecvențele joase și un miez de secțiune suficient de mare pentru ca saturația magnetică să nu introducă distorsiuni chiar la frecvențele cele mai joase.

Inductanța de scăpări cu capacitățile parazite constituie unul sau mai multe circuite rezonante a căror existență impune o limită superioară domeniului de frecvențe a căror reproducere poate fi asigurată. Frecvența de tăiere este cu atât mai ridicată cu cît inductanța de scăpări și capacitatea înfășurărilor sînt mai mici, adică cu cît numărul de spire este mai mic, ceea ce este în contradicție cu cerința unei bune reproduceri a frecvențelor joase. Aceste condiții con-

tradictorii nu se pot realiza simultan decât prin compromisuri.

Cunoaşterea inductanţei primarului şi a inductanţei de scăpări permite fixarea teoretică a benzii de frecvenţe transmise. În practică situaţia este ceva mai complicată, deoarece la frecvenţe joase intervin fenomenele de saturaţie ale miezului de fier, ceea ce limitează banda, iar la frecvenţe ridicate comportarea transformatorului este şi mai greu de prevăzut din cauza reţelei foarte complexe formată de inductanţele de scăpări şi capacităţile parazite.

Utilizarea unui etaj final în contratimp face posibilă realizarea unei inductanţe a primarului mai mare decât atunci când există o premagnetizare a miezului de fier şi deci realizarea unui mai bun compromis între inductanţa primarului şi inductanţa de scăpări. Complicaţiile legate de utilizarea unui al doilea tub (ceea ce implică un inversor de fază) fac ca montajul să fie ceva mai scump, dar această creştere de preţ se justifică pentru receptoare şi amplificatoare de clasă prin avantajele pe care le-am văzut la analiza etajelor în contratimp.

Printre alte inconveniente pe care le are utilizarea unui transformator de ieşire putem, de asemenea, cita pierderile de energie (randament 50—80%) şi o oarecare distorsiune pe care o introduce, datorită neliniarităţii curbei de magnetizare a fierului. De asemenea un dezavantaj important este faptul că datorită reţelei electrice echivalente foarte complexe pe care o prezintă în afara benzii de audiofrecvenţă nu se poate merge cu reacţii negative prea importante, decât cu măsuri de precauţie speciale. Astfel, pentru a se obţine o reacţie negativă de 30 dB este necesar ca transformatorul să fie executat foarte îngrijit, ceea ce duce la un preţ de cost relativ mare.

Laboratoarele Philips căutînd o soluţie la această problemă au ajuns la un montaj foarte diferit de montajele clasice la care transferul de energie se efectuează direct, adică în care tuburile de ieşire alimentează difuzorul fără intermediul unui transformator de ieşire. Suprimînd acest transformator, se elimină un element care nu numai că provoacă distorsiuni şi pierderi, dar care este de asemenea destul de costisitor, chiar cînd i se impun performanţe moderate. Prin defazajele pe care le provoacă, transformatorul

nu dă voie să se pună în evidență suficient calitățile contrareacției: ameliorarea curbei de răspuns, reducerea distorsiunilor neliniare și scăderea rezistenței interne.

Montajul folosit este tot un montaj în contratimp însă de formă asimetrică. Impedanța optimă de sarcină este o pătrime din impedanța optimă de sarcină placă — placă a montajului clasic, simetric, cu ieșire echilibrată. În forma asimetrică, tuburile sînt montate în serie, din punct de vedere al alimentării, și în paralel, din punct de vedere al semnalului (fig. 35). Pentru a nu avea dificultăți prea mari la fabricarea bobinei mobile a difuzoarelor s-a căutat să se construiască o nouă pentodă de ieșire (EL86) care poate

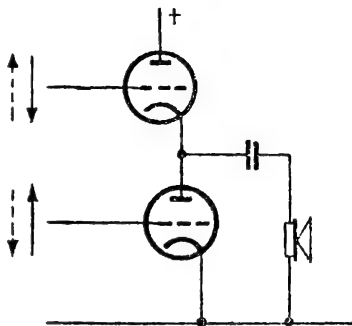


Fig. 35. Etaj final în contratimp de formă asimetrică.]

funcționa sub o tensiune anodică relativ mică, cu un curent anodic ridicat. În acest fel, la aceste pentode s-a obținut o rezistență optimă de sarcină de numai $1\,600\ \Omega$ (tuburile obișnuite au peste $4\,000\ \Omega$). Pentru montajul contratimp asimetric (montajul serie), rezultă o impedanță optimă de $800\ \Omega$, care nu constituie o dificultate esențială pentru fabricarea difuzoarelor. S-au realizat difuzoare chiar de $4\,000\ \Omega$, însă acestea sînt foarte fragile și scumpe. Două tuburi EL86 în acest montaj pot furniza o putere de $9\ \text{W}$.

Lipsa unui transformator de ieșire permite să se realizeze montaje în care etajul preamplificator este supus unei reacții potrivite, pe cînd întregul montaj este supus unei contrareacții. Un astfel de montaj este perfect stabil. Distorsiunea totală nu este decît o fracțiune din aceea a etajului preamplificator și este independentă de distorsiunile etajului de ieșire.

V. Amplificatoare de calitate cu două canale

Amplificatoarele studiate pînă acum au fost cu un singur canal. În anumite cazuri, funcție de difuzoarele pe care le avem la dispoziție, de preferințele personale și de considerente economice, putem utiliza amplificatoare cu două canale. În acest caz, separarea se poate produce fie după amplificatorul de putere, fie înaintea lui.

Folosirea a două canale micșorează distorsiunile de intermodulație și modulația de frecvență prin efect Doppler, dar mai ales nu permite a se transmite în difuzor decît frecvențele pe care acesta le poate reda corect, cu un randament bun și cu rezonanțe parazite suficient de amortizate. Este drept că din cauză că filtrele nu separă net cele două canale în regiunea de tranziție există o oarecare interferență între undele sonore de aceeași frecvență, provenite de la două surse distincte, ceea ce micșorează în oarecare măsură calitatea reproducerii. De asemenea, este necesar a se echilibra două sau mai multe difuzoare al căror randament și impedanță poate să difere. Totuși, deoarece prețul unui ansamblu de difuzoare de bună calitate, care acoperă în întregime banda de audiofrecvență, este inferior în general celui al unui singur difuzor dînd aceleași rezultate, se preferă de multe ori soluția cu două canale.

Ținem să remarcăm că un bun difuzor care reproduce o bandă largă este în realitate un aparat cu două sau trei canale, separarea făcîndu-se prin mijloace mecanice (con suplimentar) sau electrice (difuzoare coaxiale).

La alegerea unui sistem cu un canal sau două trebuie avut în vedere și faptul că în cazul a două canale vocea unui spicher ori a unui solist este separată în două părți în mod cu totul artificial. În cazul unui singur canal, muzica este cea dezavantajată, deoarece orchestra pare că vine dintr-un singur punct plasat în spatele difuzorului, fiind lipsită de spațialitate. Separarea pe canale dă posibilitatea măririi dimensiunilor sursei sonore, cu toate că nu permite localizarea instrumentelor. Sunetul nu mai vine dintr-un

punct ci din toate direcțiile. Se obține o falsă stereofonie, așa-numita pseudostereofonie. Diferența între ea și adevărata stereofonie este că aceasta din urmă permite determinarea cu precizie a direcțiilor surselor sonore, deci localizarea diverselor instrumente din orchestră sau a mișcării personajelor pe scenă.

Deoarece cea mai mare parte din timp se audiază muzică, și numai foarte puțin vorbă, considerăm că amplificatoarele cu două canale sînt preferabile celor cu un singur canal.

Soluția adoptată poate să constea dintr-un amplificator de putere prevăzut cu filtre separatoare sau din două amplificatoare de putere cu filtre de separare înaintea etajului final. Această a doua soluție dă posibilitatea reglării nivelului relativ al canalelor, însă este relativ mai scumpă.

Energia corespunzătoare frecvențelor audio nu este repartizată uniform în tot spectrul. În muzica orchestrală, în jurul frecvenței de 300 Hz există un maximum de putere. De asemenea, la toate celelalte surse sonore, energia cea mai mare este cuprinsă în componentele de frecvență joasă sau cel mult medie. Din această cauză, amplificatoarele celor două canale trebuie dimensionate diferit. Astfel, dacă frecvența de separație este de aproximativ 400 Hz, amplificatorul frecvențelor înalte trebuie să aibă aproape aceeași energie ca și cel de joase. La o frecvență de tranziție de 1 000 Hz, amplificatorul de frecvențe înalte poate avea o putere de șase ori mai mică decît cel de joase. Pentru frecvențe de tranziție obișnuite (500 la 1 000 Hz), este necesar ca amplificatorul de frecvențe înalte să aibă circa două treimi din puterea celui de joase.

În cazul a trei canale, amplificatorul de frecvențe joase și de medii se dimensionează conform celor indicate anterior, iar cel de frecvențe înalte (peste 4 000—6 000 Hz) nu va avea decît o putere foarte mică.

Cele spuse pentru amplificatoare sînt valabile și pentru difuzoare, în cazul în care separarea canalelor se face după transformatorul de ieșire. Astfel, la o frecvență de separație de 1 000 Hz, în combina muzicală „Electronica” se folosește un difuzor de 12,5 VA pentru redarea frecvențelor joase și două difuzoare eliptice de 1 VA fiecare, pentru redarea frecvențelor înalte.

Montajul I. Amplificatorul cu două canale, ce se descrie în continuare, conține tuburile 6H9C (preamplificator pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri și primul etaj de amplificare al canalului de frecvențe audio înalte) 6H8C (două etaje de amplificare comune), 6П6C (etaj amplificator de ieșire al canalului de frecvențe înalte, 6H8C (primul etaj de amplificare al canalului de frecvențe joase și etajul inversor de fază) și două 6C4C (etajul de ieșire în contratimp pentru frecvențe joase). Amplificatorul este alimentat de la rețeaua de curent alternativ prin intermediu unui redresor cu seleniu.

Amplificatorul are o bandă de frecvențe cuprinsă între 40 și 16 000 Hz cu o neuniformitate mai mică de ± 1 dB. Puterea totală la frecvența de separare diferă de puterea la frecvența medie a fiecărui canal cu mai puțin de 0,5 dB. Puterea de ieșire a canalului de frecvențe inferioare este de 6 W cu distorsiuni armonice de 1%, iar a canalului de frecvențe superioare de 4 W cu distorsiuni de 1,5%. Sensibilitatea la intrarea „radio“ este egală cu 150 mV, iar la intrarea „PU“ cu 30 mV. Limitele de reglare a tonului la regulatorul de frecvențe joase este de 28 dB la 50 Hz și de 2 dB la frecvența de 1 000 Hz, iar a regulatorului de frecvențe înalte de 26 dB la frecvența de 10 000 Hz și de 2 dB la frecvența de 1 000 Hz.

S c h e m a. Schema principială a amplificatorului este dată în fig. 36.

În cazul funcționării cu radioreceptor, tensiunea de joasă frecvență se aplică pe grila de comandă a triodei din stînga a tubului T_2 ; la reproducerea înregistrărilor de pe disc, doza electromagnetică se conectează printr-o rețea de corecție la un etaj de amplificare suplimentar, realizat cu trioda din stînga a tubului T_1 . Trecerea de la un mod de funcționare la altul se face cu ajutorul comutatorului K_2 .

Necesitatea unui etaj de amplificare suplimentar este determinată de faptul că pentru reproducerea de înaltă calitate a înregistrării de pe discuri cu ajutorul dozei electromagnetice, se impun filtre de corecție. În acest caz, tensiunea de frecvență joasă la ieșirea filtrului devine insuficientă pentru obținerea puterii de ieșire nominale, fără etaj de amplificare suplimentar. Filtrul de corecție constă din rezistențele R_1-R_6 și condensatoarele C_1-C_6 .

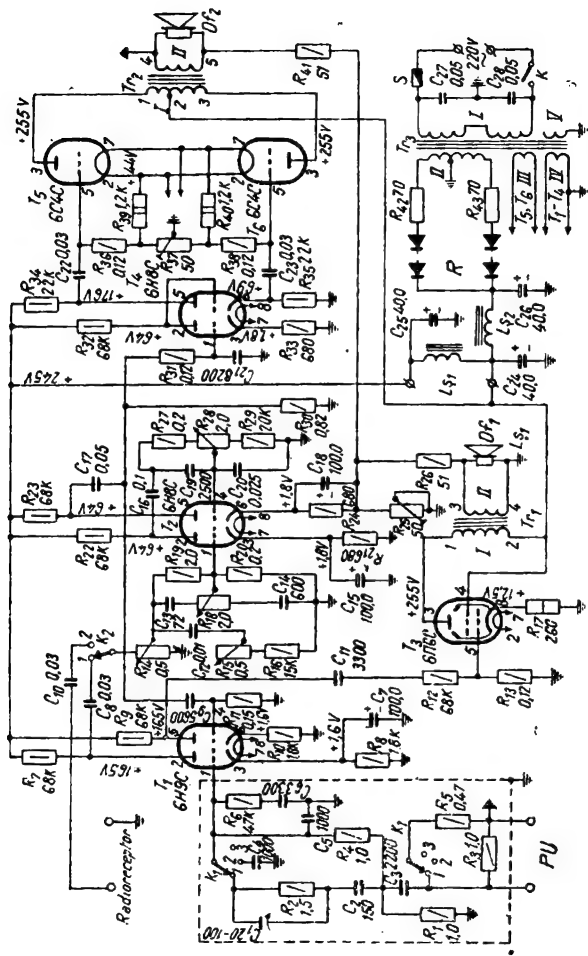


Fig. 36. Schema de principiu a unui amplificator cu două canale.

Amplificatorul are regulator de volum compensat, format din rezistențele variabile R_{14} și R_{15} , cuplate mecanic. După regulatorul de volum este conectat regulatorul pentru frecvențe superioare, compus din condensatorii C_{13} și C_{14} și rezistențele R_{18} (variabilă), R_{19} și R_{20} . Regulatorul de frecvențe joase, format din condensatoarele C_{19} și C_{20} și rezistențele R_{27} , R_{28} (variabilă) și R_{29} , este conectat în circuitul anodic al triodei din stînga a tubului T_2 .

Separarea frecvențelor acustice se face în circuitul anodic al triodei din dreapta a tubului T_2 .

În canalul de amplificare al frecvențelor superioare funcționează trioda din dreapta a tubului T_1 și tetroda cu fascicul T_3 . Capacitatea mică a condensatoarelor de cupla C_9 și C_{11} nu permite trecerea prin acest amplificator a frecvențelor audio joase.

Amplificatorul canalului de frecvențe joase funcționează cu tuburile T_4 , T_5 și T_6 . Filtrul realizat cu rezistența R_3 și condensatorul C_{21} la intrarea acestui amplificator atenuează frecvențele acustice superioare.

Tensiunea de reacție negativă a amplificatoarelor se aplică de la ieșirile lor în circuitul catodic al părții din dreapta a tubului T_2 . Deoarece fazele acestor tensiuni sînt diferite, întreg amplificatorul este dirijat de faza aceluiași canal care pentru frecvența dată dă o amplificare mai mare. Datorită acestui fapt se asigură divizarea netă a spectrului de frecvențe; caracteristicile de frecvență în domeniul de separare au pante mari.

Redresorul R , legat cu rețeaua de curent alternativ printr-un transformator de rețea Tr_3 , are rolul alimentării tuturor tuburilor amplificatorului. Tensiunea redresată cu ajutorul a două grupuri de seleniu este filtrată cu două celule formate din bobinele $L_{\delta 1}$ și $L_{\delta 2}$ și condensatoarele C_{24} , C_{25} și C_{26} . Filamentele tuburilor T_1 , T_2 , T_3 , T_4 și ale tuburilor T_5 , T_6 se alimentează de la două înfășurări separate ale transformatorului de rețea.

Montajul și piesele. Amplificatorul (fără redresor și filtru de corecție) este montat pe un șasiu cu dimensiunile de $310 \times 160 \times 40$ mm, executat din tablă de oțel cu grosimea de 1 mm. Aspectul general al amplificatorului gata montat este cel din fig. 37.

Montajul amplificatorului trebuie să fie făcut pe cît posibil cu fire scurte, directe. Rezistențele și condensatoarele fixe se recomandă să se monteze pe o plăcuță specială din material izolant cu cose fixate pe ea și să se așeze astfel

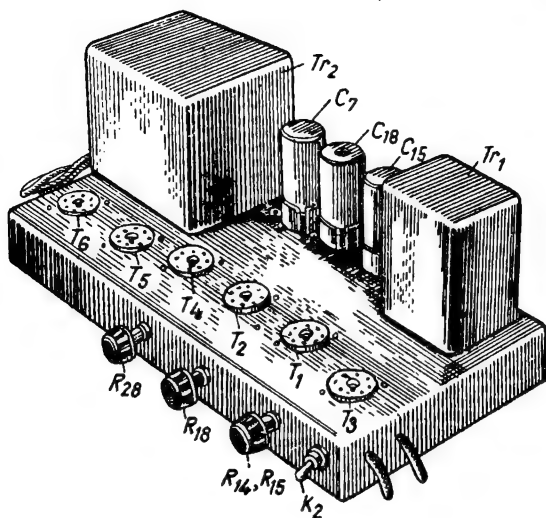


Fig. 37. Aspectul general al amplificatorului cu două canale.

Incît să fie cît mai aproape de tuburile la care trebuie conectate.

Filtrul de corecție este executat separat și se așază lîngă doza de picup. Pieseile sale sînt închise într-un ecran cu dimensiunile de $60 \times 60 \times 40$ mm, făcut din tablă albă. Acest filtru este legat de amplificator printr-o bucată de cablu coaxial de înaltă frecvență de tipul PK-1, cu lungimea sub 1 m.

Redresorul este făcut de asemenea pe șasiu separat.

Transformatorul de ieșire al amplificatorului de frecvențe înalte (fig. 38) are miezul din tole E 12,5 așezate într-un pachet cu grosimea de 15 mm. Izolația între straturi este realizată cu hîrtie de condensator cu grosimea de 0,1 mm. Înfășurarea I a acestui transformator are 600 spire cu conductor de 0,31 mm diametru (cinci straturi cu cîte 120 spire fiecare), iar înfășurarea II are 88 spire cu sîrmă

de 0,64 (patru secțiuni cu câte 22 spire fiecare). Secțiunile înfășurării *I* sînt montate în serie, iar ale înfășurării *II* în paralel. Înfășurarea *II* este calculată pentru un difuzor cu o impedanță de $2\ \Omega$.

Transformatorul de ieșire al amplificatorului de frecvențe joase Tr_2 (fig. 38) fără întrefier pe tole E 16, are mie-

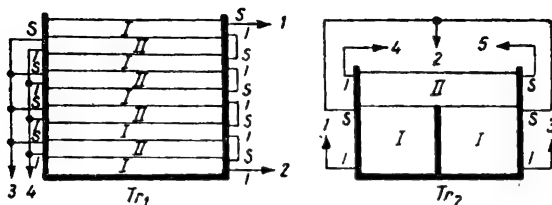


Fig. 38. Modul de așezare a înfășurărilor transformatoarelor de ieșire.

zul așezate în pachet cu grosimea de 38 mm. Înfășurarea *I* a acestui transformator are două secțiuni cu câte 1 000 spire din conductor de 0,38 mm, bobinate în sensuri opuse. Înfășurarea *II*, calculată pentru un difuzor cu impedanță de $2\ \Omega$, conține 38 spire cu conductor de 1,1 mm.

La bobinarea transformatoarelor de ieșire, spirele trebuie așezate în rînduri drepte. După asamblare, se recomandă ca transformatoarele să fie impregnate în parafină fierbinte sau cerezină. În afară de aceasta, pentru a fi protejate de deteriorări mecanice și mai ales de fluxuri magnetice perturbatoare, ele trebuie închise în carcase metalice.

Transformatorul de rețea Tr_3 este bobinat pe tole E 20 cu grosimea pachetului de 60 mm. Înfășurarea *I* are $264 + 264$ spire din conductor de 0,64 mm, iar înfășurarea *II*, $700 + 700$ spire din conductor de cupru emailat de 0,35 mm. Înfășurările *III* și *IV* au câte 16 spire cu sîrmă de 1,1 mm, iar înfășurarea *V* (ecran electrostatic) are un singur strat cu sîrmă de 0,35 mm. Acest transformator este dimensionat cu o oarecare rezervă de putere, pentru ca de la redresor să poată fi alimentat o dată cu amplificatorul și un receptor cu mai multe tuburi.

Bobina de șoc $L_{\Sigma 1}$ are miezul din tole E10 cu grosimea pachetului de 20 mm, cu întrefier de 0,05 mm și înfășurarea

cu sîrmă de 0,15 mm, bobinată pînă ce se umple întreaga carcasă.

Bobina de șoc L_{s2} cu înfășurarea din sîrmă de 0,35 mm (pînă ce se umple carcasa) are miezul din tole E12,5 cu grosimea pachetului de 26 mm și întrefier de 0,2 mm.

Cele două elemente de seleniu ale redresorului R au fiecare cite 20 șaibe cu diametrul de 45 mm.

R e g l a r e ș i p u n e r e l a p u n c t. Amplificatorul se poate regla bine numai cu ajutorul unui generator și voltmetru electronic de audiofrecvență și cu un instrument universal.

La început se verifică regimul de funcționare al tuburilor electronice. Tensiunile pe electrozii tuburilor se măsoară cu circuitul de reacție negativă deconectat (R_{26} și R_{41}), și cu intrările amplificatorului în scurtcircuit. Tensiunile indicate pe schemă sînt măsurate cu un voltmetru electronic de curent continuu, cu rezistența de intrare de 12 M Ω . În cazul unui instrument universal care are o impedanță de intrare mai mică și deci un consum mai mare, tensiunile măsurate pe anozii vor fi în general ceva mai mici.

Se face apoi echilibrul static al etajului de ieșire al canalului de frecvențe joase. Pentru aceasta, se conectează în paralel cu înfășurarea I a transformatorului Tr_2 un voltmetru de mare rezistență de curent continuu, cu sensibilitatea mai bună de 3 V pe întreaga scală, iar cursorul rezistenței variabile R_{37} se așază în poziția pentru care tensiunea între anozii tuburilor T_5 și T_6 este nulă. Dacă chiar pentru pozițiile de capăt ale cursorului acestei rezistențe etajul nu se echilibrează, trebuie înlocuit unul din tuburile 6C4C. Echilibrarea trebuie repetată după fiecare înlocuire a tuburilor, precum și după 150—200 ore de funcționare a amplificatorului.

Se verifică după aceea funcționarea amplificatorului, cu difuzoarele conectate și fără circuitele de reacție negativă, aplicînd de la generatorul de audiofrecvență o tensiune mai mică de 2 V. Se variază frecvența și se citește tensiunea la ieșire, ridicîndu-se în acest mod caracteristicile de frecvență ale canalului de frecvențe joase și înalte. Acestea trebuie să fie asemănătoare cu caracteristicile de frecvență reprezentate prin linii punctate în fig. 39.

Stabilind valoarea rezistenței R_{25} la $7\ \Omega$, conectînd pe difuzorul Df_2 voltmetrul electronic de curent alternativ și aplicînd de la generatorul de audiofrecvență tensiunea minimă, se conectează în schemă circuitul de reacție negativă cu rezistența R_{41} . Dacă tensiunea de reacție se aplică

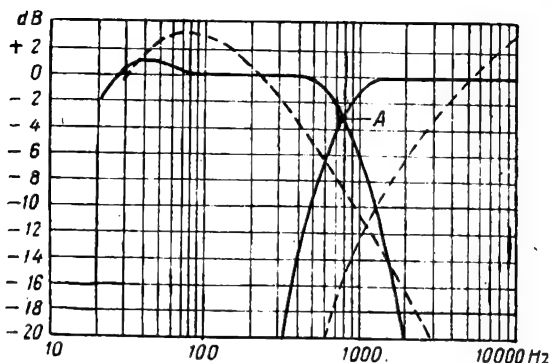


Fig. 39. Caracteristicile de frecvență ale amplificatorului cu două canale:

---fără reacție
—cu reacție.

cu faza corectă, tensiunea la ieșirea amplificatorului scade de cîteva ori. În același mod, conectînd la difuzorul Df voltmetrul electronic și legînd circuitul de reacție negativă cu rezistența R_{26} , se verifică amplificatorul de frecvențe înalte.

După ce ne-am convins de buna funcționare a canalelor amplificatorului, trebuie să alegem definitiv valoarea rezistenței R_{25} care determină gradul de contrareacție. Pentru aceasta trebuie controlate caracteristicile de frecvență ale amplificatorului, separat pe canalele de frecvențe joase și înalte. Ele trebuie să corespundă caracteristicilor reprezentate în fig. 39 cu linii continue. Dacă caracteristicile de frecvență nu sînt suficient de liniare, trebuie crescut puțin gradul de contrareacție, prin mărirea rezistenței R_{25} . Gradul de reacție negativă la frecvențele limită ale gamei audio trebuie să fie de 18—20 dB.

După ce se obțin caracteristicile de frecvență corespunzătoare, este necesar a se compensa amplificarea pe canale.

În acest scop se aplică de la generatorul de audiofrecvență pe grila triodei din dreapta a tubului T_2 o tensiune cu frecvență de 400 Hz, pînă se stabilește la ieșirea canalului de frecvențe joase o tensiune de 1 V.

Apoi, fără a schimba tensiunea aplicată, se crește frecvența pînă la 5 000 Hz și se măsoară tensiunea la ieșirea canalului de frecvențe înalte, care trebuie să fie de asemenea de 1 V. Egalitatea celor două tensiuni se obține alegînd mărimea rezistenței R_{12} .

Metoda indicată de compensare a amplificării pe canale este aplicabilă pentru impedanțe identice ale difuzoarelor. Pentru alte condiții, stabilind la ieșirea canalului de frecvențe joase tensiunea de 1 V, tensiunea la ieșirea canalului de frecvențe înalte trebuie să fie egală cu $\sqrt{Z_s/Z_j}$, unde Z_s este impedanța difuzorului de frecvențe înalte, iar Z_j — impedanța difuzorului de frecvențe joase.

Compensînd amplificarea canalelor, se stabilește frecvența de separare care trebuie să fie aproximativ 800 Hz. Dacă punctul de separare (A pe fig. 39) este așezat cu mai mult de 3 dB sub valoarea medie a caracteristicilor de frecvență, prin alegerea convenabilă a condensatorului C_{11} se poate varia amplificarea la frecvența de separare.

Corectînd definitiv caracteristicile de frecvență ale amplificatorului, trebuie verificată funcționarea reguletoarelor de ton. Pentru aceasta, generatorul de audiofrecvență, acordat pe frecvența de 60 Hz, este legat la intrarea „radio“, iar la ieșirea amplificatorului de frecvențe joase se conectează voltmetrul electronic de curenți alternativi. Stabilind apoi regulatorul de ton de frecvențe joase (rezistența R_{28}) în poziția creșterii maxime a acestor frecvențe, cu ajutorul regulatorului de volum (R_{14} și R_{15}) se obține la ieșirea amplificatorului tensiunea de 2 V. Apoi același regulator de ton este trecut în poziția amplificării minime a frecvențelor joase. În acest caz, tensiunea la ieșirea amplificatorului trebuie să se micșoreze pînă la 0,1 V. Prin aceeași metodă, însă aplicînd de la generatorul audio tensiunea de 10 000 Hz și trecînd voltmetrul electronic pe cealaltă ieșire a amplificatorului, se verifică funcționarea regulatorului de ton la frecvențe înalte (rezistența R_{18}). La frecvența de 1 000 Hz, aducînd reguletoarele de ton în orice poziție,

cu mai mult de 15%.

Nivelul de zgomot se verifică pentru intrările amplificatorului scurtcircuitate, cu regulatoarele de ton și volum în pozițiile maxime și comutatorul K_2 trecut în poziția 1. Tensiunea de zgomot măsurată cu voltmetrul electronic la ieșirea amplificatorului de frecvențe joase trebuie să fie sub 0,020 V, iar la ieșirea amplificatorului de frecvențe înalte — sub 0,015 V. Nivelul de zgomot ridicat poate fi determinat de filtraajul insuficient al tensiunii anodice, de tuburi proaste, precum și de influența curentului alternativ asupra circuitelor de grilă a tuburilor din primele etaje de amplificare. În amplificatorul bine reglat, zgomotul de fond nu trebuie să fie auzit la o distanță de 10—15 cm de difuzor.

După reglare, amplificatorul trebuie controlat la reproducerea radiotransmisiilor și a înregistrărilor pe discuri.

Montajul II. Amplificatorul ce se descrie constituie partea de audiofrecvență a combinei muzicale „Electronica”, care reprezintă atât din punct de vedere electric și acustic cât și din punct de vedere constructiv o realizare cu desăvârșire nouă a industriei electronice din țara noastră. Amplificatorul alimentează cu energie de audiofrecvență un sistem acustic complex compus din cinci difuzoare și poate fi excitat de trei surse de program: magnetofon, picup și radioreceptor.

Zgomotul de fond de circa 50 dB sub puterea nominală și puterea de ieșire de 10 W cu distorsiuni neliniare mai mici de 1,2% asigură în cele mai bune condiții audierea pasajelor muzicale cu dinamică mare (care conțin pianissimo și fortissimo). Amplificatorul este prevăzut cu reglaj de volum, reglaj de ton continuu, separat și independent pentru frecvențe joase și frecvențe înalte, și cu un registru de ton acționat cu ajutorul unui comutator-claviatură. Astfel se pot obține caracteristici de frecvență adecvate diferitelor genuri de program, precum și anumitor combinații ale lor. Cele patru poziții ale registrului de ton sînt: orchestră, bas, jazz și vorbă. Sensibilitatea amplificatorului este de circa 120 mV, iar impedanța de ieșire în jurul a 6 Ω .

S c h e m a. În fig. 40 se vede schema de principiu a amplificatorului, care este realizat cu tuburi din seria europeană novală: EABC80, ECC83, $2 \times$ EL84, EZ81. Primul tub funcționează ca preamplificator. La intrarea lui se poate conecta cu ajutorul unui comutator radioreceptorul sau picupul. Legătura cu magnetofonul este realizată printr-o mufă cu trei contacte, care permite fie înregistrarea benzilor magnetofonului de la radio sau picup (prin contactul 1), fie redarea benzilor înregistrate (prin contactul 3). Circuitul $R_{57} C_{74}$ compensează scăderea frecvențelor înalte datorită capacității cablurilor de legătură. De asemenea, grupului $R_{58} R_{59}$, care formează un divizor necesar pentru a nu intra cu o tensiune prea mare pe magnetofon, i s-a asociat condensatorul C_{95} care produce aceeași compensare ca mai sus.

Negativarea tubului EABC80 se produce prin curenți de grilă și de aceea s-a introdus o rezistență mare în circuitul acestuia. În rest, tubul funcționează ca amplificator normal cu cuplaj RC.

Între primul și cel de-al doilea etaj există două circuite cu funcții distincte bine definite. Primul circuit, format dintr-o serie de rezistențe și capacități și care înglobează potențiometrele R_{24} și R_{32} , dă posibilitatea unei reglări continue a amplificării la frecvențe joase și înalte și deci permite modificarea timbrului unui program oarecare. În poziția de sus a potențiometrului R_{24} , frecvențele joase trec fără nici o greutate spre grila primei secțiuni a tubului ECC83. În poziția de jos, frecvențele joase sînt atenuate, în schimb frecvențele înalte pot trece mai departe în mod nestingherit prin condensatorul C_{63} . Dacă cursorul potențiometrului R_{32} este în poziția de sus, atunci ele pot ajunge la grila celui de-al doilea tub. Dacă cursorul potențiometrului R_{32} este în poziția de jos, atunci frecvențele înalte sînt scurtcircuitate la masă și deci în acest domeniu caracteristica de frecvență cade repede. În fig. 41 sînt date caracteristicile de transfer funcție de frecvență ale circuitului respectiv, pentru cele două poziții extreme ale cursorilor potențiometrelor R_{24} și R_{32} .

Cel de-al doilea circuit format din rezistențele R_{36} , R_{37} , R_{38} și condensatoarele C_{70} , C_{72} , C_{73} formează o punte dublu T acordată pe o frecvență de circa 25 Hz. Această punte

are rolul de a atenua foarte mult frecvențele aflate sub 35—40 Hz, pentru ca zgomotul dat de mișcarea pe verticală a dozei picupului să nu mai fie perceptibil.

Prima triodă a tubului ECC83 amplifică normal semnalele ce sosesc pe grila acestui tub. Pe catod se introduce o

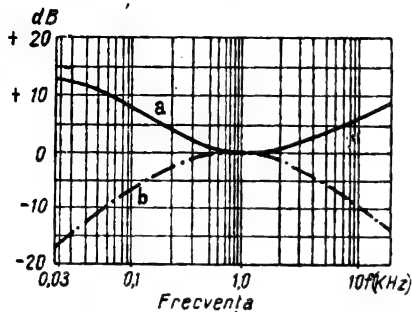


Fig. 41. Caracteristicile de frecvență ale circuitului pentru reglajul de ton:

a — frecvențele joase și înalte ridicate (reglajele de ton la maxim); b — frecvențele joase și înalte tăiate (reglajele de ton la minim).

sator se produc oscilații de înaltă frecvență suprapuse peste oscilațiile de foarte joasă frecvență (50—60 kHz cu 2—3 Hz).

Cea de-a doua triodă a tubului ECC83 este un inversor de fază clasic, cu sarcina distribuită în anod și catod.

Rezistențele R_{49} și R_{50} , din circuitele de grilă ale tuburilor ce lucrează în contratimp în etajul final, au rolul de a preîntîmpina eventualele oscilații ce ar putea lua naștere pe frecvențe ultrainalte. Același rol îl au și rezistențele R_{55} și R_{56} montate în circuitele grilelor ecran. Negativarea tuburilor finale este automată și se realizează prin rezistențele R_{53} și R_{54} .

Din secundarul transformatorului de ieșire se ia o tensiune ce se introduce într-o rețea complexă, al cărui factor de transfer variază cu poziția unor contacte acționate de un comutator claviatură. În acest fel, caracteristica de frecvență a amplificatorului poate fi modificată după dorință. Circuitele din rețeaua de contrareacție, pe diversele

parte din tensiunea luată din secundarul transformatorului de ieșire cu fază inversă, ceea ce creează o reacție negativă și deci îmbunătățește performanțele amplificatorului. Condensatorul C_{76} , montat în paralel cu rezistența de sarcină R_{39} , intervine numai la frecvențe foarte înalte (peste 30 kHz) și are rolul de a modifica amplificarea și faza în acest domeniu din afara benzii audio.

În lipsa acestui conden-

poziții ale comutatorului, se pot vedea într-o formă mai simplă în fig. 42.

Pe poziția „Orchestra”, condensatorul de $0,1 \mu\text{F}$ micșorează contrareacția la frecvențele joase și din această

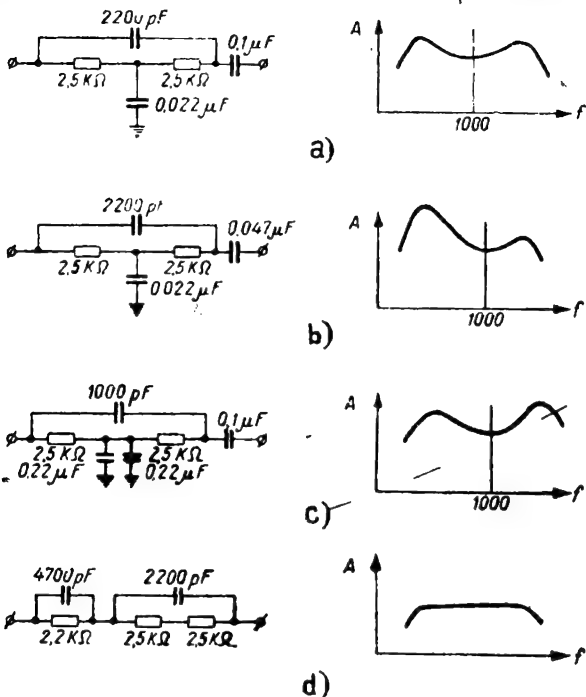


Fig. 42. Circuitele de contrareacție și modificarea caracteristicii de frecvență:

a) — orchestră; b) — bas; c) — jaz; d) — vorbă.

cauză, sub 400 Hz , amplificarea începe să crească. Condensatorul de $22\,000 \text{ pF}$ micșorează contrareacția la frecvențe înalte și deci, peste $1\,500 \text{ Hz}$, caracteristica de frecvență începe să urce. Peste $7\,000$ – $8\,000 \text{ Hz}$, condensatorul de $2\,200 \text{ pF}$ începe să favorizeze creșterea contrareacției și deci de aici caracteristica de frecvență începe să cadă. Ridicarea frecvențelor joase și înalte face ca muzica să fie redată mai colorat, cu o mai mare bogăție orchestrală. De altfel, cu

ajutorul potențimetrelor R_{24} și R_{32} , se poate modifica caracteristica de frecvență în sensul măririi sau scăderii amplificării frecvențelor joase și înalte, deci se lasă un foarte mare grad de libertate ascultătorului.

Pe poziția „Bas“, se înlocuiește condensatorul de $0,1 \mu\text{F}$ cu unul mai mic de $0,047 \mu\text{F}$. Aceasta face că creșterea frecvențelor joase să înceapă cu o octavă mai sus (de la 800 Hz) și deci frecvențele joase să iasă în relief în mod deosebit.

Pe poziția „Jazz“, față de poziția „Orchestra“ observăm două deosebiri. Prima este dublarea condensatorului de 22 000 pF, ceea ce duce la o scădere mai accentuată a contrareacției peste 1 500 Hz și deci o ridicare mai pronunțată a acestor frecvențe. A doua deosebire este aceea că micșorarea condensatorului de 2 200 pF la 1 000 pF are ca efect lărgirea benzii de frecvențe reproduse în spectrul superior.

Pe poziția „Vorbă“, condensatorul de $0,1 \mu\text{F}$ este scurt-circuitat și deci frecvențele joase nu mai sînt scoase în relief. De asemenea, prin eliminarea condensatorului de 22 000 pF, caracteristica amplificării se liniarizează și în domeniul frecvențelor înalte. Rezistența de $2,2 \text{ k}\Omega$ se introduce pentru ca pe cele patru poziții nivelul audiției să nu se schimbe. Condensatorul de 4 700 pF are rolul de a preîntîmpina anumite oscilații ce pot apărea pe frecvențe foarte înalte. Cu aceste modificări, inteligibilitatea crește mult și vorba se aude foarte bine. Tot în acest scop s-a introdus și un contact pe potențimetrul R_{24} , a cărui acțiune echivalează cu aducerea cursorului în poziția de jos și deci atenuarea frecvențelor joase. Prin urmare, pe poziția „Vorbă“, acționarea reglajului de ton la frecvențe joase nu mai are nici un efect.

Caracteristicile de frecvență ale întregului amplificator în cele patru poziții și cu reglajele de ton la maxim și la minim se pot vedea în fig. 43. Pentru a scoate în evidență foarte mult frecvențele joase și înalte, se poate apăsa simultan pe clapa de „Jazz“ și „Bas“. Eficacitatea reglajelor de ton la 100 Hz este de circa 23 dB, iar la 8 kHz de circa 27 dB; aceasta poate fi socotită ca foarte bună; ea dă posibilitatea unei modificări substanțiale a timbrului unui program.

Sub frecvența de 50 Hz, caracteristica de frecvență prezintă o cădere abruptă datorită circuitului de rejecție dublu T.

Sistemul acustic este format dintr-o coloană sonoră în care sînt montate un difuzor de 12,5 VA cu \varnothing 320 mm și cu

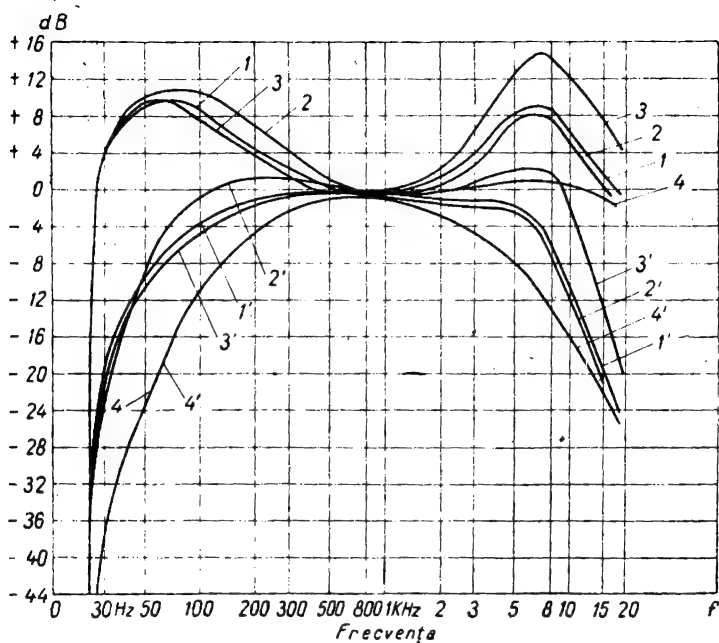


Fig. 43. Caracteristicile de frecvență ale întregului amplificator (Indicele prin arată că reglajele de ton sînt în poziție minimă):

1 — orchestră; 2 — bas; 3 — jazz; 4 — vorbă.

impedanța 6,3 Ω , două difuzoare eliptice de 1 VA cu dimensiunile 100 \times 140 mm și cu impedanța 4 Ω și două difuzoare de 2,5 VA cu \varnothing 186 mm și cu impedanța de 4 Ω . Aceste ultime patru difuzoare sînt așezate simetric două câte două față de primul difuzor. Se asigură o redare foarte bună atât a frecvențelor joase cît și a celor înalte, prin folosirea unui filtru care canalizează energia spre difuzoare adecvate. Astfel, frecvențele joase sînt canalizate spre difuzorul de 12,5 VA, iar frecvențele medii și înalte spre cele-

alte difuzoare. Conectarea difuzoarelor poate fi modificată în așa fel încît să se obțină efecte de pseudostereofonie și sunet tridimensional (spațial).

Modul de conectare a difuzoarelor în cele trei poziții ale comutatorului sistemului acustic se poate vedea mai clar în fig. 44.

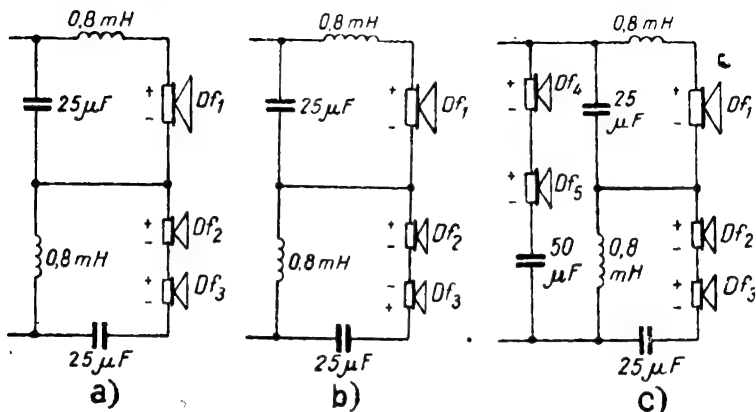


Fig. 44. Modul de conectare a difuzoarelor din sistemul acustic: Df_1 — difuzor circular \varnothing 320 mm, de 12,5 VA; Df_2 , Df_3 — difuzoare eliptice 100×140 mm, de 1 VA; Df_4 , Df_5 — difuzoare circulare \varnothing 186 mm, de 2,5 VA;
a — normal; b — plastic; c — 3D.

În poziția „Normal” sînt conectate la amplificator difuzoarele eliptice care lucrează în fază și difuzorul de 12,5 VA. Filtrul de separare asigură o tăiere de 12 dB/octavă peste și sub frecvența de 1 000 Hz. Frecvențele sub 1 000 Hz sînt canalizate spre difuzorul Df_1 , iar cele peste 1 000 Hz spre difuzoarele Df_2 și Df_3 . Audiția este obișnuită, sursa părăind că pleacă din mijlocul sistemului acustic.

În poziția „Plastic”, cele două difuzoare eliptice Df_2 și Df_3 acționează în antifază. Aceasta produce o separare a surselor sonore după frecvența lor.

În poziția „3 D”, intră în funcțiune și difuzoarele Df_3 și Df_4 , așezate în părțile laterale ale sistemului acustic. Prin reflexiile care se produc pe pereții camerei, sursa so-

noră pare că se lărgeste foarte mult și dă impresia unui sunet spațial.

Acestea sînt posibilitățile foarte variate care se obțin cu ajutorul acestui amplificator.

Grupul de alimentare, format dintr-un transformator de rețea (110, 127 și 220 V) și o redresoare, se realizează după sistemul obișnuit.

Construcția și piesele. Toate cele trei potențiometre de reglaj folosite sînt potențiometre logaritmice de fabricație curentă indigenă, avînd valoarea de 1 M Ω . Cele două comutatoare (pentru modificarea caracteristicii de frecvență și a funcționării sistemului acustic) sînt realizate cu claviaturi mici, cu patru clape, tot din fabricație curentă.

Transformatorul de ieșire este realizat cu tole E 14 cu grosimea pachetului de 28 mm. Primarul este format din patru înfășurări, identice, care se leagă în serie — paralel, iar secundarul din două înfășurări care se leagă în paralel. Mai întîi se bobinează o pătrime din primar, formată din 1 650 spire cu sîrmă de 0,12 mm. Se întoarce carcasa și în continuare se bobinează una din înfășurările secundare formată din 100 spire cu sîrmă de 0,6 mm, în cazul impedanței de ieșire de 6 Ω . Peste aceasta se mai bobinează două înfășurări primare și una secundară, după care se întoarce din nou carcasa și se așază ultima înfășurare primară. Modul de așezare al înfășurărilor precum și schema lor de conexiune se pot vedea în fig. 45. Se remarcă că înfășurările

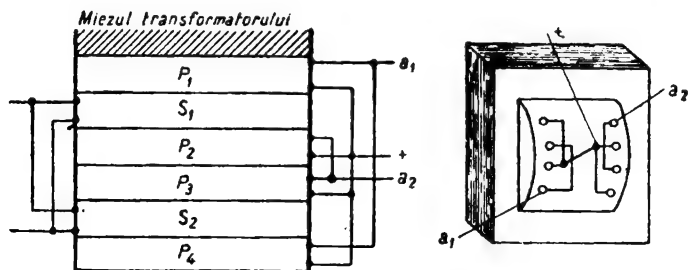


Fig. 45. Modul de așezare a înfășurărilor pe carcasa transformatorului de ieșire a unui amplificator de calitate cu $2 \times \text{EL84}$ și schema lor de conexiune. P_2 , P_3 , S_1 , S_2 se bobinează în sens invers.

P_1 și P_4 se leagă în paralel ca de altfel și înfășurările P_2 cu P_3 și S_1 cu S_2 . Deoarece P_2 și P_3 sînt bobinate în sens invers față de P_1 și P_4 , sfîrșitul lui P_1 se leagă nu cu începutul lui P_2 ci cu sfîrșitul acestei înfășurări.

Tabela 3

	Primar	Secundar pentru 6 Ω	Secundar pentru 4 Ω
Nr. spire	4×1650	2×100	2×82
Diametrul sîrmei mm	0,12	0,6	0,7

Acest transformator de ieșire, cu toate că pentru început prezintă oarecare complicații, permite introducerea unui grad mai mare de contra-reacție la amplificator și deci realizarea unor performanțe excelente. Datele pentru diverse impedanțe de ieșire sînt arătate în tabela 3.

Transformatorul de rețea alimentează amplificatorul de joasă frecvență, tuburile radioreceptorului, magnetofonul și picupul. Puterea lui este de circa 160 W. În fig. 46 sînt date toate detaliile de construcție ale acestui transformator, ca număr de spire, diametrul sîrmei etc. Pentru filament există trei înfășurări. Dintr-o înfășurare se alimentează filamentul tuburilor radioreceptorului, al indicatorului optic de acord și beculețele de scală. Din alta se alimentează filamentele tuburilor din amplificatorul de joasă frecvență și al tubului redresor. În sfîrșit din ultima înfășurare se alimentează becurile de semnalizare ale deschiderii capacelor de la magnetofon sau picup.

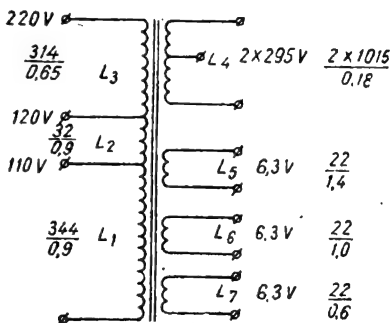


Fig. 46. Transformator de rețea de 160 W, realizat cu tole E 20, cu grosimea pachetului de 34 mm.

Pentru cazul în care nu este necesar să se alimenteze din același transformator și magnetofonul sînt date detaliile de construcții în fig. 47.

Bobinele filtrelor sistemului acustic se execută pe tub de pertinax de 33 mm diametru. Spirele, în număr de 150, cu sîrmă de 1 mm, se așază strat peste strat, formînd o bobină cu secțiunea trapezoidală. Pe primul strat se bobinează 15 spire. Dimensiunile finale ale bobinei sînt aproximativ următoarele: diametru — 58 mm, lungimea — 30 mm.

Montajul s-a executat pe același șasiu cu radioreceptorul. Grupul de alimentare și claviaturile sînt separate. În fig. 48 este dat un exemplu de așezare a pieselor pe șasiu.

Reglarea. După ce se controlează dacă conexiunile au fost făcute conform schemei, se introduce aparatul în priză și se măsoară tensiunile de alimentare. Dacă amplificatorul intră puternic în oscilație, atunci se inversează bornele secundarului transformatorului de ieșire. Se verifică efica-

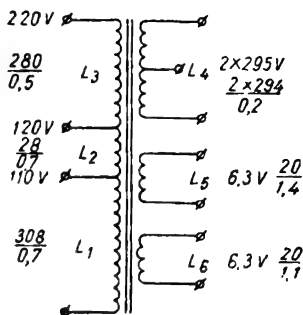


Fig. 47. Transformator de rețea de 100 W, realizat cu tole E 16, cu grosimea pachetului de 45 mm.

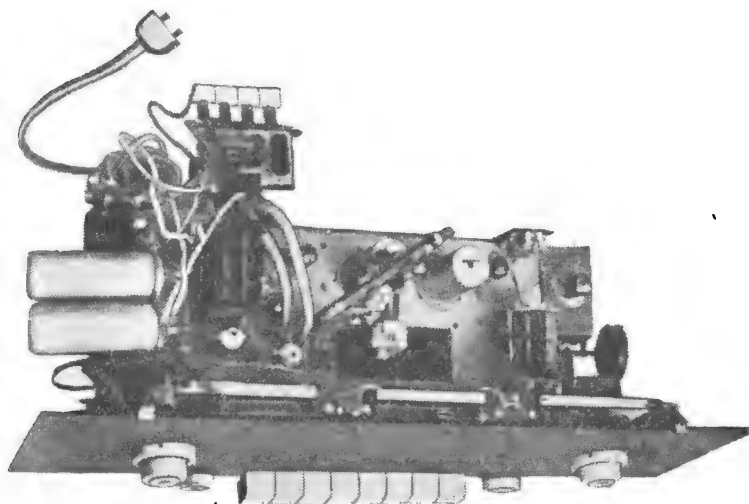


Fig. 48. Așezarea pieselor de șasiu.

citatea reglajelor continui de ton și a registrului de ton. Se controlează sensibilitatea și puterea de ieșire. Amplificatorul nu are elemente semireglabile, așa încît reglarea lui se reduce la un simplu control în ceea ce privește corecta respectare a schemei. Se atrage atenția că este necesar a se folosi cablu blindat pentru conexiunile de intrare, pentru a nu capta zgomot de rețea.

VI. Amplificatoare de înaltă fidelitate

Una dintre problemele cele mai importante de care se interesează în momentul de față tehnicienii radio este aceea a construcției aparatelor de înaltă fidelitate.

Eforturile depuse în această direcție au dus la o evoluție rapidă a echipamentului pentru reproducerea sonoră. În ceea ce privește partea electronică (amplificatoarele), în momentul de față s-a conturat ideea că ea trebuie realizată din două părți distincte ca funcțiuni:

- preamplificatorul care poate corecta caracteristica de frecvență a diverselor surse de program sau eventualele defecte ale înregistrării;

- amplificatorul propriu-zis care amplifică cu distorsiuni cât mai mici posibile semnalul deja amplificat și corectat, furnizat de preamplificator.

Aceste două părți pot funcționa pe același șasiu, sau complet separate.

Redarea cu înaltă fidelitate a înregistrărilor de pe disc și magnetofon, a programelor recepționate de un radioreceptor cu modulație de frecvență, sau a programelor captate direct la microfon, presupun pentru etajele de joasă frecvență anumite cerințe speciale, care în parte depășesc mult standardul normal pentru un radioreceptor. Astfel, în ceea ce privește caracteristica în funcție de frecvență, nu este suficient ca curba de răspuns să fie uniformă în domeniul audio (20—18 000 Hz), căci caracteristica de fază nu ar prezenta atunci o alură corectă decât într-un domeniu mult mai restrâns. Dacă unghiul de fază nu este proporțional cu frecvența, atacurile bruște ale muzicii, consoanele dure etc. sînt deformate. Pentru ca faza să nu fie defectuoasă, este necesar ca amplificatorul să aibă o caracteristică de frecvență dreaptă pînă la cel puțin 40 kHz.

Distorsiunile armonice care rezultă din neliniaritatea caracteristicilor tuburilor și a materialelor magnetice modifică timbrul sunetelor reproduse. În amplificatoarele de înaltă fidelitate se admite o distorsiune armonică de maxi-

2% la puterea nominală. Ceea ce este mai grav, este faptul că neliniaritatea face să apară sunete străine care nu sînt armonici, ci sînt datorită prezenței a două sau mai multor sunete simultane. Aceasta este așa-numita distorsiune de intermodulație care măsurată cu 400 Hz și 10 kHz, la raportul de amplitudine 4 : 1, nu trebuie să depășească 2% la puterea maximă.

Rezistența internă a etajului de ieșire trebuie să fie mică pentru a amortiza puternic difuzorul, care prezintă o rezonanță mecanică în domeniul frecvențelor joase.

În fine, nivelul de perturbație redus (zgomot de fond, zgomot de rețea) și rezerva de putere pentru redarea virfurilor dinamice fără distorsiuni sînt alte performanțe care sînt impuse amplificatoarelor de înaltă fidelitate.

În cele ce urmează vom studia separat cîteva scheme de preamplificatoare și de amplificatoare.

A. Preamplificatoare

Un preamplificator este excitat de diverse surse de program (fig. 49) și deci el trebuie să corecteze deformările produse de acestea. Astfel, în cazul redării unei benzi de magnetofon este necesar ca frecvențele joase să fie ridicate din cauza însăși a principiului de funcționare a unui magnetofon. De asemenea, la redarea discurilor, este necesar

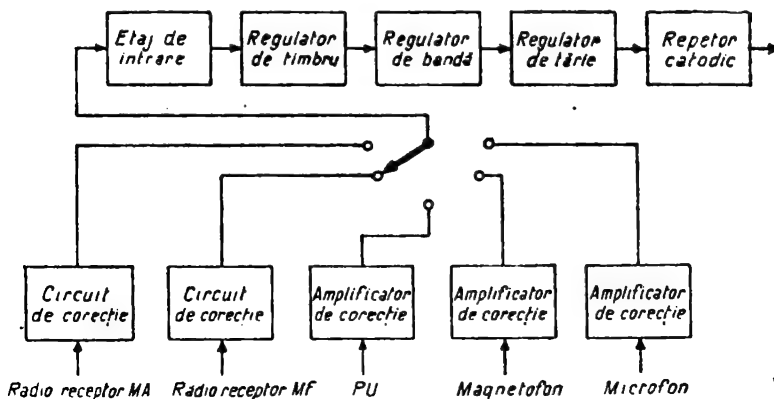


Fig. 49. Schema bloc a unui preamplificator.

să se corecteze deformarea de la înregistrarea acestora, deformare care s-a făcut în mod conștient pentru a evita amplitudini prea mari sau intrarea în zgomotul de fond al discului. Corecția se poate face în capul de redare (doza de picup) sau mai adesea în preamplificator.

Tensiunea corectată este apoi amplificată. De asemenea, pentru a ține seama de condițiile locale de ascultare, se pot introduce modificări ale curbei de răspuns, la alegere, ceea ce duce la necesitatea unui sistem pentru reglarea tonalității (timbrului). În anumite cazuri, este necesar a se modifica banda de trecere a preamplificatorului. Astfel, în cazul redării discurilor este bine ca frecvențele sub 30 Hz să fie atenuate pentru a nu se auzi zgomotele parazite ale motorului și ale mecanismului de antrenare. De asemenea, frecvențele peste 5 000, 7 000 sau 10 000 Hz, funcție de discul utilizat, vor trebui eliminate. În fine, este necesar un reglaj de volum și eventual un etaj repeter catodic pentru a ieși din preamplificator cu o impedanță mică.

În schema bloc din fig. 49 s-au dat elementele care intră în componența unui preamplificator. Bineînțeles că nu toate preamplificatoarele cuprind toate elementele de mai sus.

Vom descrie acum câteva preamplificatoare care ilustrează mai bine cele spuse mai înainte.

Montajul I. Un montaj realizat cu tuburile EF86 și ECC83 are patru intrări: microfon, picup, radio 1 și radio 2. O altă variantă are două intrări pentru microfon, una pentru picup și una pentru radio. Cele patru surse de program se pot cupla alternativ la intrarea preamplificatorului. Sensibilitatea pentru o tensiune de ieșire de 0,7 V este pe intrarea de microfon de 2,5 mV, pe intrarea de picup 7 mV și pe intrarea radio, 80 mV. Distorsiunile armonice ale amplificatorului sînt sub 0,1% la toate frecvențele, pentru tensiuni de ieșire pînă la 0,7 V. Pe poziția microfon și radio, amplificatorul are o caracteristică de frecvență dreaptă (cu reglajele de tonalitate liniare). Pe intrarea de picup se face corecția înregistrării conform curbelor RIAA.

Preamplificatorul are reglaj de ton separat pentru frecvențe joase și înalte, filtre pentru tăierea frecvențelor peste 5, 7 și 10 kHz (la alegere) și un zgomot de fond foarte

reduc, realizat printr-o judicioasă așezare a pieselor. Impedanța de intrare pe picup și microfon este de 68 k Ω , iar pe radio de 500 k Ω . Impedanța de ieșire este variabilă de la 1 k Ω la 12 k Ω , funcție de poziția potențiometrului de ieșire.

S c h e m a. În fig. 50 este dată schema de principiu a preamplificatorului, care cuprinde un tub EF86 cu contrareacție selectivă asigurând două corecții ale discului (microrile și 78 rot/min), urmat de un tub ECC83 formînd etajul de reglaj al tonalității prin contrareacție, urmat de un filtru pasiv de tipul trece jos.

Deoarece microfonul poate fi magnetic sau piezoelectric, sensibilitatea lui poate varia în limite foarte largi. De aceea, s-a prevăzut în circuitul de contrareacție o rezistență variabilă care poate modifica cîștigul primului etaj. În unele cazuri ne putem mulțumi și cu un reglaj fix adoptînd în circuitul de contrareacție o rezistență de 2M Ω .

Reglajul sensibilității intrării radio se obține cu ajutorul unui potențiometru care este montat la intrarea celui de-al doilea tub. Este bine ca valoarea lui să nu depășească 500 k Ω , căci în acest caz intervine capacitatea cursor-masă care produce distorsiuni.

Datorită celor trei potențiometre de reglaj, este posibilă o egalizare a nivelelor date de cele trei surse, cel dat de picup fiind luat ca referință.

Foarte multe preamplificatoare sînt prevăzute cu o corecție fiziologică pentru curbele Fletcher. Într-adevăr la nivele absolute slabe, este necesar să se aducă o corecție frecvențelor joase, dacă se dorește să se păstreze iluzia unei înalte fidelități. Curbele din fig. 51 sînt interesante din acest punct de vedere, căci determină legea de corecție, dacă se ia ca referință nivelul la 1 000 Hz. Ele au fost deduse din curbele de senzație auditivă, care au fost suprapuse la 1 000 Hz. Se constată că acest tip de curbe se obțin greu cu celule simple *RC* care au o pantă limitată la 6 dB/octavă. Din această cauză, lă schema analizată s-a adoptat un compromis. S-a fixat astfel o curbă mijlocie de accentuare a frecvențelor joase și, prin jocul reglajului de tonalitate, se poate completa totdeauna această corecție. Curba aceasta se poate introduce cu ajutorul unui circuit care se conectează sau se deconectează printr-un întreru-

pător basculant dublu. Se produce de asemenea o mică accentuare și a frecvențelor înalte.

Soluțiilor propuse pentru compensarea automată legată de reglajul de volum (potențiometrul cu priză) li s-au adus

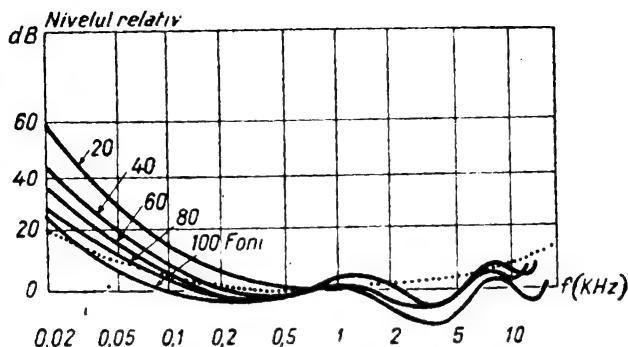


Fig. 51. Curbele teoretice ale amplificatorului pentru corecția Fletcher.

anumite critici îndreptățite. Într-adevăr, nici o soluție definitivă nu poate fi admisă, pentru că intervine randamentul difuzoarelor la frecvențe joase, localul în care se ascultă și chiar urechea însăși, și deci nu se poate lua un nivel de referință acustic bine stabilit.

Reglajul de tonalitate se efectuează pentru frecvențe înalte cu ajutorul unui circuit de reacție, iar pentru frecvențe joase cu ajutorul unei rezistențe (variabile) în paralel cu un condensator. În fig. 52 se dau curbele de eficacitate a reglajului de ton cu frecvența și cu unghiul de deschidere al potențiometrilor. Trebuie precizat că potențiometrul pentru frecvențe înalte este logaritmice invers.

Filtrul de tăiere a frecvențelor înalte este format dintr-o celulă Π a cărei bobină este șuntată de o capacitate, ceea ce face să se mărească panta de atenuare.

Construcția și piesele. Piese preamplificatorului se pot monta pe un șasiu separat sau împreună cu amplificatorul de putere. Conexiunile se aduc la masă într-un singur punct pentru fiecare tub.

Bobina de șoc a filtrului se realizează pe tole E 6,4 cu o grosime a pachetului de 13 mm. Se bobinează 1 200 spire cu sîrmă cu diametrul de 0,22 mm, scoțînd prize la 850 și 1 010 spire.

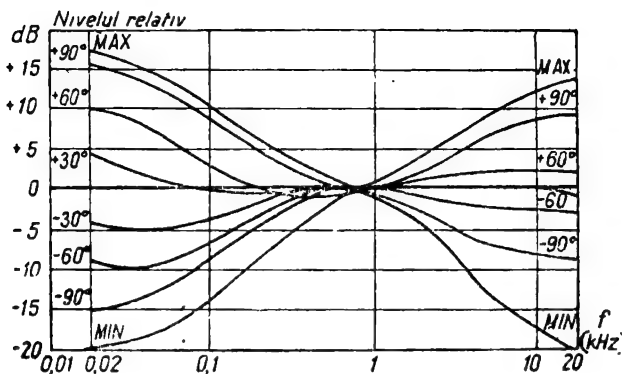


Fig. 52. Curbele reglajului de ton funcție de frecvență și de unghiul de deschidere al potențiometrelor.

Montajul II. Schema unui alt preamplificator, realizat cu două tuburi EF86, este dată în fig. 53. Cele patru intrări (microfon, radio, picup cristal și picup dinamic) pot fi comutate pe grila primului tub, cu ajutorul unui comutator claviatură cu patru clape (claviatura de la aparatul „Junior” de exemplu). Sensibilitatea, pentru o tensiune de ieșire de 250 mV, este de 150 mV pentru intrare de picup cristal, 5 mV pentru microfon și picup dinamic și 250 mV pentru radio.

La primul etaj există rețele de contrareacție selective, comutabile, care fac ca funcție de sursa de program să avem sensibilități și caracteristici de frecvențe diferite. Astfel, se poate corecta curba de la înregistrarea pe disc.

După cel de-al doilea etaj, se poate conecta o rețea de reglaj de tonalitate care poate fi aceea folosită în schema din fig. 40 sau mai bine cea dată în fig. 54, a cărei eficacitate se vede din curbele alăturate.

Montajul III. Un alt amplificator care conține două tuburi ECC83 se poate vedea în fig. 55. Etajul de intrare este destinat preamplificării și corecției discurilor. Selec-

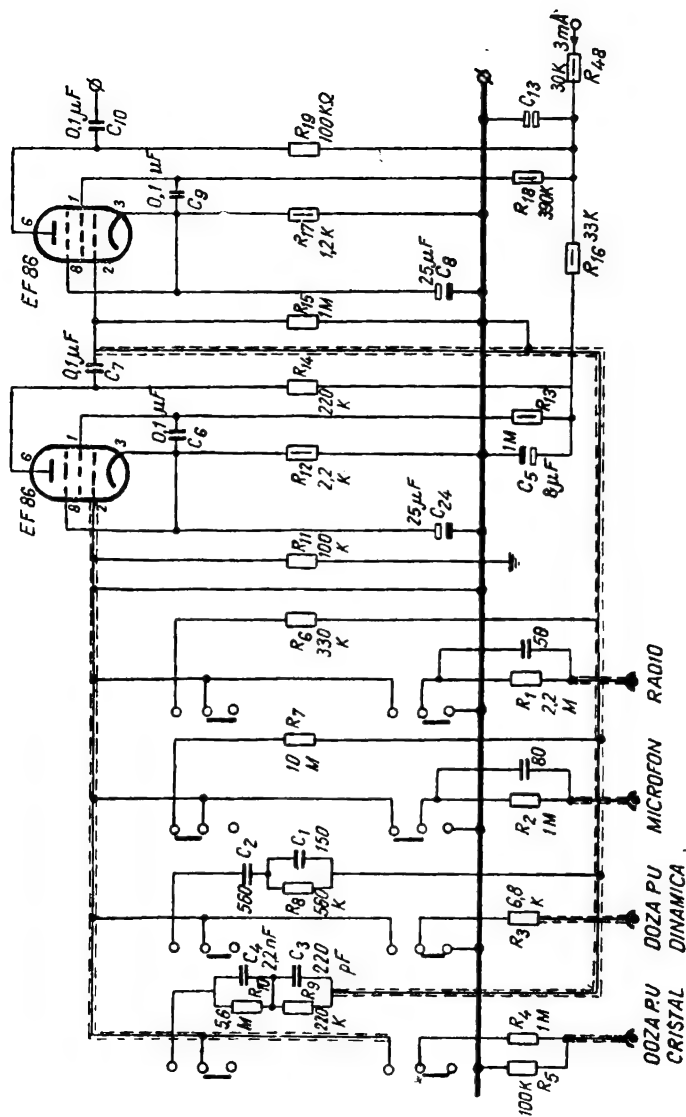
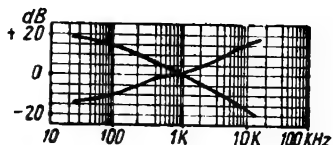


Fig. 53. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu două tuburi EF86.

[illegible]

93

torul de intrare asociat modifică caracteristica de frecvență a etajului în funcție de sursa aleasă. Cu cel de-al doilea tub, care este precedat de reglajul de volum, se modifică la alegere caracteristica de frecvență a preamplificatorului.

S c h e m a. În fig. 56 se prezintă schema de principiu a etajului de intrare, redusă la elementele necesare explicării funcționării sale. Etajul este constituit din două triode montate în cascadă, ceea ce asigură un câștig ridicat și permite o contrareacție de tensiune puternică de la placa celei de-a doua triode la catodul primei triode. Rețeaua de contrareacție Z poate fi formată dintr-o simplă rezistență sau din celule RC în scopul obținerii compensării caracteristicii de înregistrare a discului sau a benzilor de magnetofon. O reacție pozitivă este aplicată de la catod la catod prin rezistența de $100\text{ k}\Omega$, în scopul obținerii unei amplificări mai mari, ceea ce face posibil aplicarea unui mare grad de contrareacție cu o bună stabilitate și o caracteristică de frecvență independentă de parametrii tubului.

În fig. 57 se arată detaliat natura rețelei de contrareacție și caracteristicile de frecvență teoretice ce se obțin.

Se observă că pentru picup avem trei caracteristici de frecvență, funcție de discul utilizat (micro sau 78 rot/min) și de fabrica producătoare.

Rezistența de $10\text{ k}\Omega$ de pe grilă realizează un oarecare filtraj al componentelor de înaltă frecvență care, în apropierea emițătoarelor, perturbă intrările de mare sensibilitate. Celula de filtraj este compusă din această rezistență și capacitatea de intrare a tubului. De asemenea, rezistența limitează riscul de acroșare.

Intrarea de picup de nivel ridicat este obținută printr-un simplu divizor de tensiune. Rezistența de $330\text{ k}\Omega$ nu trebuie să aibă suflu, deci se va alege în consecință.

Etajul folosit pentru reglajul de tonalitate se aseamănă cu cel din fig. 50. În fig. 58 se dă, pentru o mai bună înțelegere, schema simplificată a celui de-al doilea etaj. Reglajul frecvențelor joase se face simultan prin rețeaua pasivă constituită din R_3 și o parte din potențiometrul șuntat de condensatorul C_1 și prin rețeaua de contrareacție formată din rezistențele R_1 , R_2 și cealaltă parte de potențiometru șuntată de capacitatea C_2 . Reglajul frecvențelor înalte se

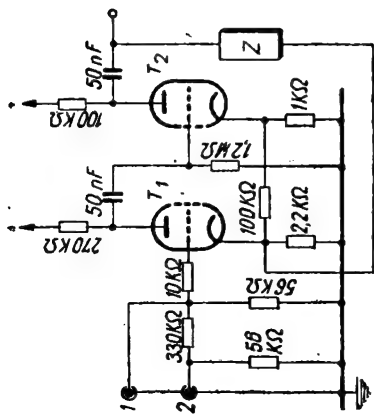


Fig. 56. Schema de principiu a etajului de intrare.

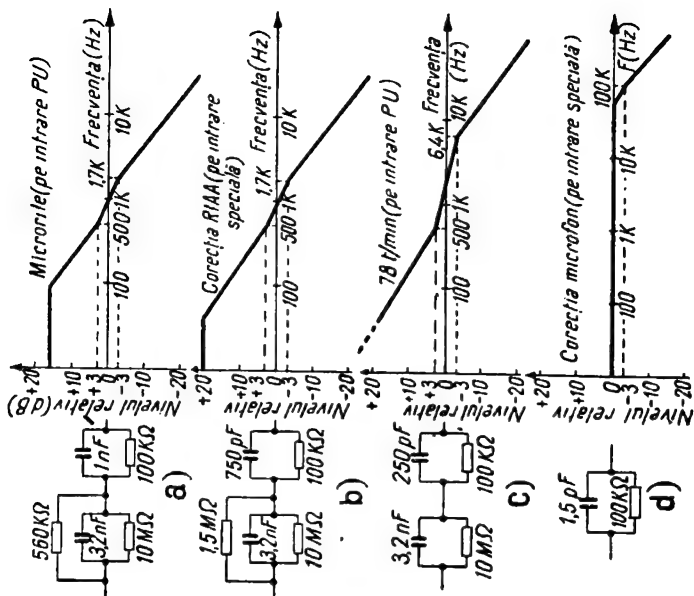


Fig. 57. Natura rețelei de contrareacție și caracteristicile de frecvență teoretice ce se obțin.

obține printr-un dispozitiv potențiometric care permite varierea gradului de contrareacție aplicat amplificatorului.

Curbele de variație ale amplificării sînt similare cu cele din fig. 52. Se constată că frecvența de unde începe să se

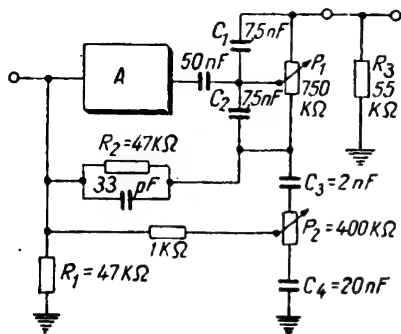


Fig. 58. Schema simplificată a etajului pentru reglajul de ton.

modifice amplificarea nu este fixă, ci variază cu poziția cursorului. Aceste curbe se numesc cu pantă constantă și cu punct de tranziție variabil, spre deosebire de alte curbe obținute cu circuite diferite, care au o aceeași frecvență de tranziție însă curbele au panta variabilă.

Potențiometrul P_1 este liniar, iar potențiometrul P_2 logaritmîc invers,

cu rezistența reziduală cît mai mică.

La montajul analizat merită să remarcăm posibilitatea introducerii unei corecții fiziologice și alimentarea filamentelor în curent continuu pentru reducerea zgomotului de rețea.

B. Amplificatoare de putere

Performanțele impuse unui amplificator de putere se referă la putere (care este bine să fie cît mai mare), la banda de trecere, la distorsiuni armonice și de intermodulație și la impedanța de ieșire. Toate acestea sînt mărimi ce pot fi traduse în cifre. Este greu de apreciat cantitativ absența tranzitoriilor de comutație, stabilitatea și rapiditatea de recuperare după o suprasarcină.

Schema bloc a unui amplificator de putere este dată în fig. 59. Se observă că ea cuprinde un preamplificator, un inversor de fază și un etaj final în contratimp. De la secundarul transformatorului de ieșire către primul tub există o buclă de contrareacție totală.

În ceea ce privește puterea unui amplificator de înaltă fidelitate, părerile sînt foarte împărțite. Se exagerează uneori și se construiesc amplificatoare de 50 sau chiar 100 W pentru utilitate casnică. Cu toate că condițiile de

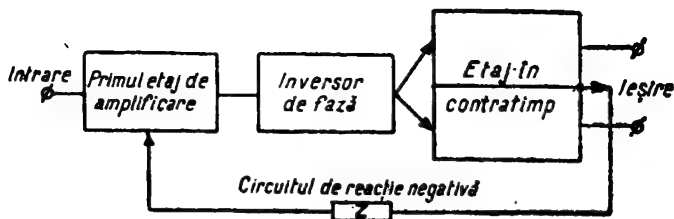


Fig. 59. Schema bloc a unui amplificator de putere.

audiție în ceea ce privește difuzorul, localul în care are loc audiția etc. sînt foarte diferite, se poate socoti că un amplificator de 10 W este suficient chiar pentru o cameră ceva mai mare.

Montajul I. Vom analiza montajul folosit la amplificatorul de înaltă fidelitate realizat la uzinele Electronica. Pe același șasiu cu amplificatorul există și un preamplificator care realizează amplificările și corecțiile necesare, cu trei intrări: radio, picup (microrile și 78 rot/min) și microfon. Sensibilitatea pentru puterea nominală de ieșire este de 200 mV pe poziția radio, 35 mV pe poziția PU78, 25 mV pe poziția PU micro și de 4 mV pe poziția microfon. Puterea de ieșire este de 10 W cu distorsiuni de 0,3%. Amplificatorul are o impedanță internă de 0,3 Ω și prezintă o bună stabilitate. Astfel, el poate funcționa cu semnal la intrare, pe o sarcină infinită, fără a intra în oscilații și fără ca tensiunea de ieșire să crească (transformatorul nu se străpunge).

S c h e m a. Schema de principiu este dată în fig. 60. Trețem peste etajul preamplificator și corector realizat cu tubul ECC83, căci corecțiile se obțin simplu, prin rețele de contrareacție. Reglajul de ton se obține cu același circuit ca și în schema din fig. 40.

Etajul de intrare al amplificatorului este echipat cu un tub EF86 ale cărui caracteristici (microfonie mică și suflu redus) asigură un raport semnal/zgomot foarte bun.

Circuitul de catod cuprinde un grup de polarizare (rezistența R_{27} și condensatorul C_{19}) în serie cu o rezistență de $100\ \Omega$ (R_{26}) la bornele căreia se aplică tensiunea de contrareacție. Pentru evitarea oscilațiilor în serie cu grila este montată o rezistență R_{23} . Alimentarea circuitului anodic și de ecran se face obișnuit, astfel că acest etaj asigură un coeficient de amplificare de 120.

Stabilitatea la toate frecvențele este asigurată prin următoarele circuite:

- un grup RC în paralel cu rezistența din circuitul anodic, care face ca la frecvențe peste limita audibilă, amplificarea să scadă; de asemenea rezistența R_{29} în serie cu condensatorul limitează rotirea fazei;

- întrebuintarea unei legături directe între anodul tubului EF86 și grila tubului ECC83 permite evitarea defazajelor care ar fi introduse printr-un condensator de cuplaj, la frecvențe joase.

Etajul inversor de fază este de tipul cu cuplaj catodic și asigură tensiuni egale și defazate cu 180° în toată gama de frecvență a amplificatorului, un câștig suficient și o tensiune de ieșire de ordinul a 25 V cu distorsiuni mici, ceea ce este mai mult decât suficient pentru atacul etajului final. Dacă grila celei de-a doua secțiuni din punct de vedere alternativ trebuie să fie la masă, din punct de vedere continuu ea trebuie să fie la același potențial cu prima grilă pentru ca curenții anodici și câștigurile să fie egale. Aceasta se obține legând cele două grile printr-o rezistență de $1\ M\Omega$ decuplată printr-un condensator de $0,47\ \mu F$ care trebuie să aibă o mare rezistență de izolație, pentru a nu forma un divizor din punct de vedere al curentului continuu, care ar modifica punctul de funcționare al celei de-a doua triode. Valoarea mare a condensatorului, care din punct de vedere alternativ formează cu rezistența de $1\ M\Omega$ un divizor de tensiune al cărui raport depinde de frecvență, este necesară pentru a menține funcțiunea defazorului pînă la frecvențe foarte joase.

Pentru ca legătura directă anod — grilă să fie posibilă, este necesar ca în catod să se prevadă o rezistență mare de $68\ k\Omega$, care aduce potențialul acestuia la o tensiune ridicată (circa 74 V).

În scopul de a conserva simetria montajului la frecvențele cele mai joase, condensatoarele de legătură între etajul inversor de fază și etajul final, ca și rezistențele de grilă ale acestuia din urmă, s-au luat cu o toleranță de $\pm 5\%$.

Etajul final utilizează două tuburi EL84 și un transformator de ieșire ca cel din fig. 45. În serie cu grilele există rezistențe care preîntîmpină oscilațiile. Negativarea se face automat printr-o rezistență comună R_{40} de 130Ω . Cu toate că în general condensatorul de pe catod poate lipsi în acest caz, totuși, pentru micșorarea distorsiunilor care eventual ar apărea cînd cele două tuburi nu sînt identice, este bine ca el să fie menținut.

În foarte multe montaje se obișnuiește introducerea în circuitele grilelor ecran a unor rezistențe de $200\text{--}500\ \Omega$, care amortizează oscilațiile pe frecvențe înalte care iau naștere uneori datorită rețelei complexe pe care o formează inductanțele de scăpări cu capacitățile parazite ale transformatorului. În cazul de față, deoarece transformatorul este bine studiat și executat îngrijit, nu a fost nevoie să se ia o astfel de măsură.

Fără bucla de contrareacție, sensibilitatea montajului la grila tubului EL86 este de circa $2,5\text{ mV}$, pentru puterea de 10 W . Cînd se introduce bucla de contrareacție, sensibilitatea scade la circa 80 mV pentru puterea nominală. Gradul de contrareacție este de circa 30 dB și asigură amplificatorului performanțe destul de bune. Valorile elementelor din circuitul de contrareacție (R_{41} și C_{27}) depind de impedanța de sarcină. S-a utilizat difuzor de $4\ \Omega$ și pentru acesta s-a construit un transformator adecvat (conform tabelii 3). În acest caz, valoarea rezistenței care asigură gradul de contrareacție dorit este de $15\text{ k}\Omega$. Capacitatea C_{27} de 200 pF asigură micșorarea amplificării la frecvențe foarte înalte (peste domeniul de audiofrecvență) înainte ca defazajul să devină periculos.

Cînd se utilizează un transformator pentru adaptarea pe o altă impedanță, este necesar să se modifice și valorile

R_{41} și C_{27} . Dacă sarcina este mai mare, atunci R_{41} crește și C_{27} scade aproximativ proporțional cu această impedanță.

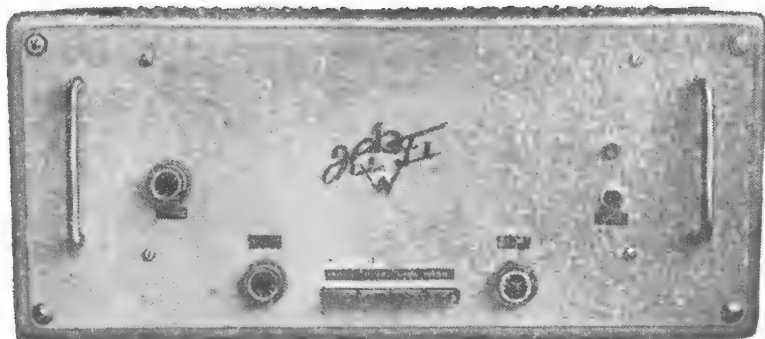
Construcția și piesele. Majoritatea pieselor sînt de fabricație indigenă. Detalii pentru construirea transformatorului de ieșire au fost date. Transformatorul de rețea se execută pe tole E16 cu grosimea pachetului de 32 mm. Primarul are în total 835 spire cu priză la spira 418 (sîrma cu diametrul de 0,6 mm, tensiunea 110 V), 456 spire (sîrmă cu diametrul de 0,6 mm, tensiunea 127 V), 570 spire (sîrmă cu diametrul de 0,5 mm, tensiunea 150 V), 683 spire (sîrmă cu diametrul de 0,43 mm, tensiunea 180 V) și în sfîrșit 835 spire (sîrmă cu diametrul de 0,35 mm, tensiunea 220 V). Secundarul are $2 \times 1\,230$ spire cu sîrmă de 0,18 mm și două înfășurări de 27 spire cu sîrmă de 1,2 mm, respectiv 0,8 mm.

În fig. 61, *a*, *b*, *c* se poate observa vederea de ansamblu și modul de așezare al pieselor amplificatorului.

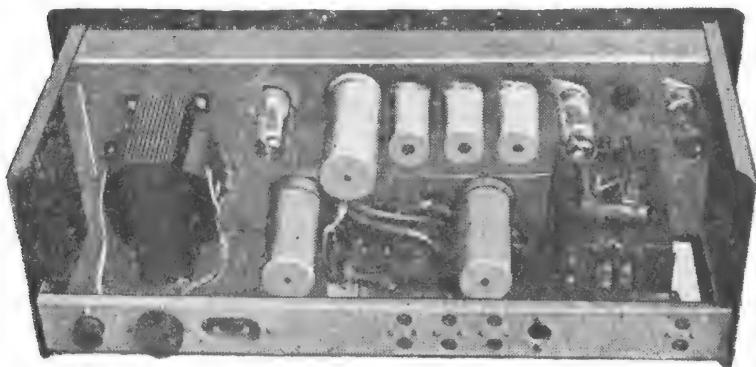
Montajul II. În cazul în care se urmărește a se obține o putere mai mare se poate folosi amplificatorul descris mai jos cu $4 \times$ EL84 în etajul final și un etaj inversor de fază și amplificator cu tubul ECC83. Domeniul de frecvență este de la 10 Hz la 100 kHz cu maxim 1 dB neuniformitate, respectiv 50 Hz — 50 kHz cu maximum 0,5 dB neuniformitate pentru o putere de 20 W. Sensibilitatea este de 0,5 V pentru puterea nominală de 20 W care se obține cu 0,3% distorsiuni.

S c h e m a. În fig. 62 se poate vedea schema de principiu a acestui amplificator. Primul tub ECC83, format din cele două triode — care din punct de vedere continuu funcționează în serie, iar din punct de vedere alternativ în cascadă — asigură o amplificare mare și tensiuni necesare pentru atacul etajului final, corecte din punct de vedere al amplitudinei și fazei.

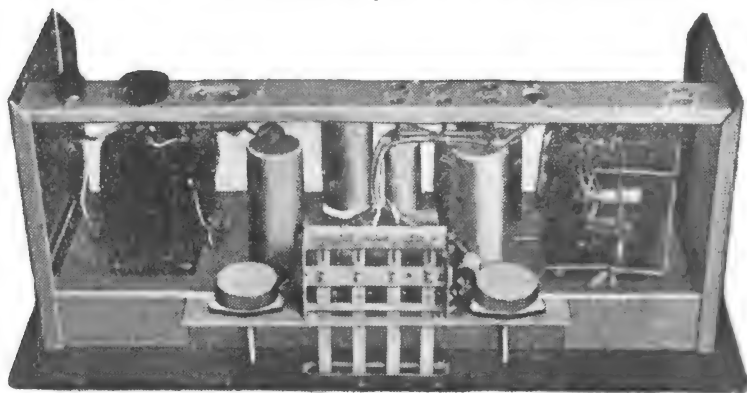
Un etaj final care să livreze o putere electrică de audio-frecvență de 20 W poate folosi pentodele moderne EL84



a



b



c

Fig. 61. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu și vederea de ansamblu a amplificatorului de 10 W.

sau EL34. La prima vedere, alegerea a două tuburi EL34 pare foarte indicată. Totuși, se constată că etajul final în contratimp cu $4 \times \text{EL84}$ (cîte două tuburi în paralel), cu tot numărul mare de tuburi, prezintă o serie de avantaje. Mai întîi se lucrează cu tensiuni anodice mai mici (310 V față de 440 V), astfel încît solicitările de tensiune ale transformatorului de rețea și ale condensatoarelor electrolitice de filtraj sînt mai reduse. De asemenea, tensiunea de atac necesară pe grilele etajului final este aceeași ca și pentru un amplificator de 10 W, astfel încît distorsiunile care ar putea proveni din cauză că defazorul nu poate să dea o tensiune suficientă, rămîn relativ mici. În fine, rezistența optimă de sarcină R_{aa} a etajului final este considerabil mai mică la folosirea a $4 \times \text{EL84}$ decît la $2 \times \text{EL34}$ (3,6 k Ω față de 6,6 k Ω), și aceasta dă posibilitatea micșorării numărului de spire din primarul transformatorului de ieșire și deci implicit micșorarea inductanței de scăpări. Aceasta face ca să se poată folosi o contraracție relativ mai mare, fără ca să existe pericol de instabilitate.

Stabilirea punctului de funcționare al tuburilor finale se face prin tensiunea de negativare fixă, care poate fi modificată la reglajul amplificatorului.

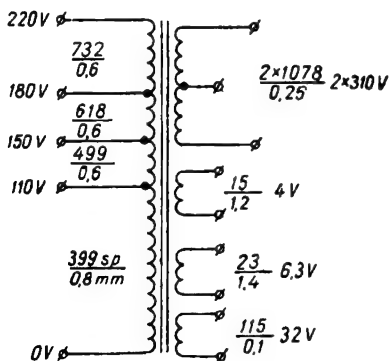


Fig. 63. Transformatorul de rețea al amplificatorului de 20 W, realizat cu tole E 20 cu grosimea pachetului de 30 mm.

Piese și reglare. Alimentarea se poate face de la un redresor care folosește tubul redresor GZ34 sau AZ4. În acest ultim caz, detaliile pentru execuția transformatorului de rețea se dau în fig. 63.

De asemenea în fig. 64 se dau detaliile transformatorului de ieșire, calculat să lucreze pe 4 Ω , 16 Ω și 64 Ω , după cum înfășurările din secundar se leagă în paralel, în serie-paralel, sau în serie.

Reglarea amplificatorului se reduce — în cazul unei execuții corecte a schemei și a legăturilor la transformator — la o

simplă echilibrare a tensiunilor de negativare pe grilele tuburilor, ceea ce se face cu ajutorul potențiometrului de 50 k Ω . De asemenea, trebuie potrivită negativarea cu ajutorul potențiometrului de 25 k Ω , în așa fel încît pentru puterea nomi-

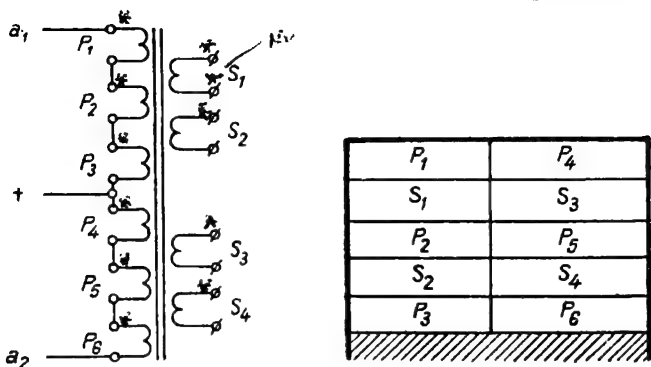


Fig. 64. Transformatorul de ieșire al amplificatorului de 20 W
 $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_6 = 400$ spire ($\varnothing = 0,2$ mm).
 $S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = 96$ spire ($\varnothing = 0,8$ mm).

nală, curentul continuu absorbit de la redresor să nu depășească 180 mA sub o tensiune anodică de 310 V.

Montajul III. Vom prezenta două montaje de înaltă fidelitate. Primul este amplificatorul lui Williamson, iar al doilea — mai recent și care se impune din ce în ce mai mult firmelor constructoare de amplificatoare de înaltă fidelitate — este amplificatorul lui Ferguson. Vom descrie sumar mai întâi primul din aceste amplificatoare, realizat cu tuburile $2 \times 6SN7$, $2 \times KT66$ și tubul redresor 5V4.

În fig. 65 este dată schema de principiu a amplificatorului. Prima triodă funcționează ca amplificatoare și are în circuitul anodic o rețea de corecție pe frecvențe supraaudibile, rețea care modifică amplificarea și faza de așa manieră încît să nu se producă oscilații din cauza marelui grad de reacție negativă. Rețeaua de contrareacție cuprinde întreg amplificatorul, pornind de la secundarul transformatorului de ieșire și terminînd cu catodul primului tub.

Cuplajul între anodul primului tub și grila celui de-al doilea tub se face direct, fără condensator de blocaj. Cea

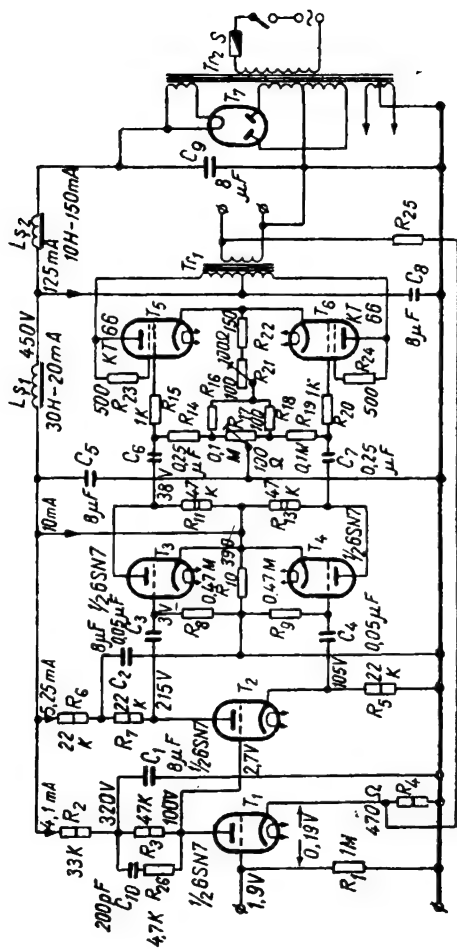


Fig. 65. Schema de principiu a amplificatorului Williamson.

de-a doua triodă îndeplinește funcția de inversoare de fază cu sarcina distribuită.

Următoarea dublă triodă se folosește ca amplificatoare pentru cele două tensiuni defazate la 180° și care se aplică pe grilele etajului final. Negativarea acestuia poate fi reglată cu ajutorul rezistențelor R_{21} și R_{17} , putându-se modifica punctul de funcționare al tuburilor.

În fig. 66 se dă caracteristica de amplitudine și de fază a amplificatorului în domeniul $1 \text{ Hz} - 1 \text{ MHz}$ cu și fără reacție. Se observă că în domeniul $10 \text{ Hz} - 40 \text{ kHz}$ nu avem nici un defazaj, ceea ce face ca regimul tranzitoriu al amplificatorului să fie foarte bun.

În fig. 67 se arată modul de așezare a pieselor pe șasiu în două alternative. Se observă că transformatorul de ieșire se așază cât mai departe de transformatorul de alimentare și de bobinele de șoc. De asemenea miezurile acestora trebuie să fie perpendiculare între ele.

Montajul IV. Al doilea montaj prezentat este cel realizat de Ferguson, care se poate vedea în fig. 68. Montajul folosește tuburile EF86, ECC83, $2 \times \text{EL34}$ și GZ32. Caracteristica de frecvență este liniară în limitele de 1 dB între 2 Hz și 100 kHz , respectiv 30 Hz la 20 kHz pentru puterea de ieșire de 20 W . Puterea nominală este de 20 W cu distor-

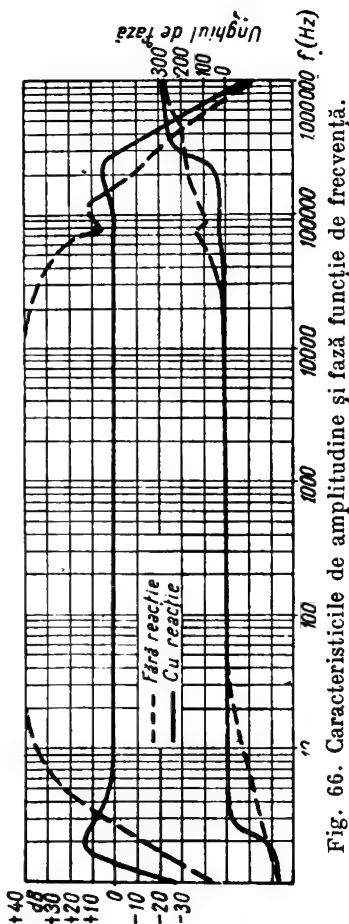


Fig. 66. Caracteristicile de amplitudine și fază funcție de frecvență.

siuni armonice de 0,05% și distorsiuni de intermodulație de 0,7%. Puterea de virf este de 30 W cu distorsiuni armonice de 0,2% și de intermodulație de 1%. Sensibilitatea amplificatorului pentru puterea nominală este de 220 mV,

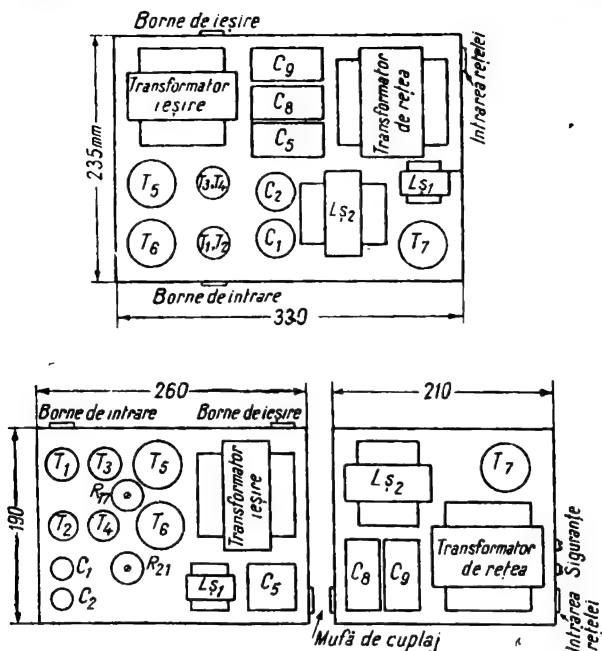


Fig. 67. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu.

iar nivelul de zgomot este de -89 dB sub puterea nominală. Montajul este proiectat a fi utilizat cu un preamplificator separat și din această cauză nu are prevăzut nici un fel de reglaj. Puterea de ieșire este suficientă pentru sălile de conferință și pentru sălile mici.

S c h e m a. Nu vom analiza circuitele primelor două etaje, deoarece funcționarea acestora este similară cu a celor din fig. 60.

Etajul final, realizat cu două tuburi excepționale ca putere și dimensiuni, utilizează o contrareacție pe grilele ecran, luată de pe două prize ale transformatorului de ieșire. Acesta este așa-numitul montaj ultralinier care se

folosește foarte des în ultimul timp. El realizează un compromis între funcționarea tubului ca pentodă și funcționarea ca triodă (ecranul legat la anodă) și din această cauză se obțin distorsiuni și o putere ceva mai mică. Dacă se modifică priza de legare a ecranului în sensul creșterii reacției negative (priza mai aproape de anod), puterea electrică de ieșire se micșorează. Distorsiunile se micșorează și ele, au un minimum și pe urmă încep din nou să crească ușor. Deci, la acest minimum există o priză care este optimă și care variază cu tipul tubului și cu punctul static de func-

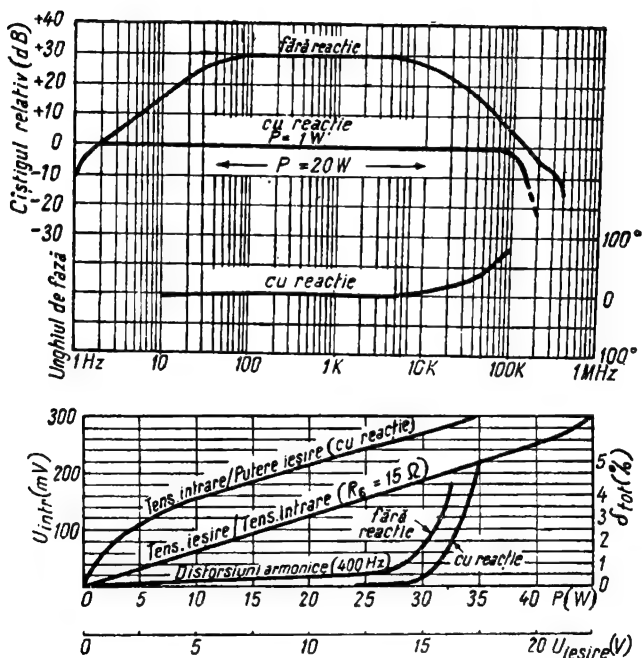


Fig. 69. Caracteristica de amplitudine și de fază funcție de frecvență și variația distorsiunilor funcție de puterea de ieșire.

ționare al acestuia (cu parametrii tubului). Astfel, pentru tubul EL84, priza optimă se află la 43% din numărul de prize de la priza de centru (unde se alimentează cu tensiune înaltă) pe cînd pentru tubul KT66, priza optimă este la

15%. Deoarece la folosirea unui montaj ultralinier pericolul de oscilații este mult mai mare decât la montaje obișnuite, este necesar ca să se acorde transformatorul de ieșire o deosebită grijă.

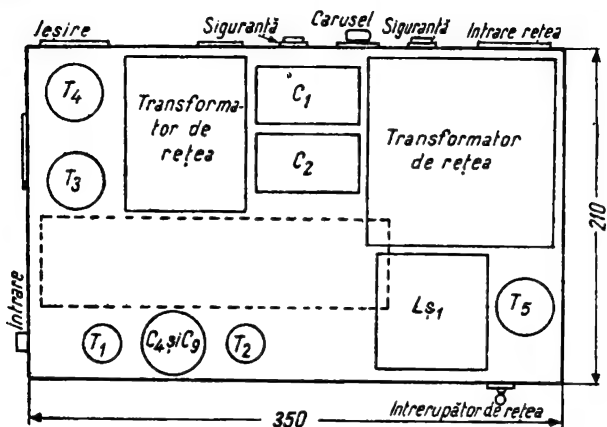


Fig. 70. Modul de amplasare a pieselor pe șasiu.

Comportamentul tuburilor EL34, KT66, KT88 etc., ca pot admite pe anod o tensiune superioară celei aplicate pe ecran, este foarte mult diferit de acela al tuburilor EL84, 6AQ5, 6V6 etc., prevăzute pentru o funcționare normală cu tensiuni de ecran și anod egale. Din această cauză, la acestea din urmă, contrareacția de ecran reduce apreciabil puterea maximă livrată de tub. În ceea ce privește tubul EL34, din contra, montajul ultralinier prezintă două avantaje:

- reduce gradul de distorsiuni pentru puterile inferioare celei maxime;
- dă posibilitatea alimentării ecranului cu o tensiune continuă mai ridicată.

Ca pentodă, cu două EL34 se poate obține o putere de 35 W, cu o tensiune de alimentare anodică de 400 V de ecran de 300 V. Această ultimă valoare este necesară pentru ca să nu se întrecă disipația maximă admisibilă la modulație maximă. În cazul contrareacției de ecran care tinde să reducă potențialul instantaneu al acest

electrod cînd curenul catodic crește, disipația medie de ecran rămîne sub cea maximă admisibilă chiar cu tensiuni de ecran mai mari de 300 V.

Performanțele deosebit de bune ale acestui montaj se pot vedea și din curbele reprezentate în fig. 69, unde se dau caracteristica de amplitudine și de fază, precum și variația distorsiunilor cu puterea de ieșire.

În fig. 70 se arată un mod de așezare al pieselor pe șasiu, pentru a obține un zgomot de fond foarte mic.

VII. Amplificatoare pentru redare stereofonică

În ultimul timp, redarea stereofonică a luat un foarte mare avânt. Redarea monocanal cu care sîntem obișnuiți de ani de zile a început să nu mai dea satisfacție, chiar atunci cînd este foarte fidelă. Aceasta se explică prin convenționalismul ei, prin aceea că de exemplu sunetele emise de o orchestră de mari proporții par că vin dintr-un singur punct. Din contră, în cazul unei audii stereofonice, se poate percepe direcția din care vine sunetul și deci localiza poziția unui instrument în orchestră sau a unui personaj pe scenă. Muzica are foarte multă spațialitate (relic sonor).

Redarea stereofonică ar impune dublarea tuturor canalelor existente în momentul de față, ceea ce costă foarte mult. Se caută diverse soluții mai ieftine, adecuate diverselor sisteme.

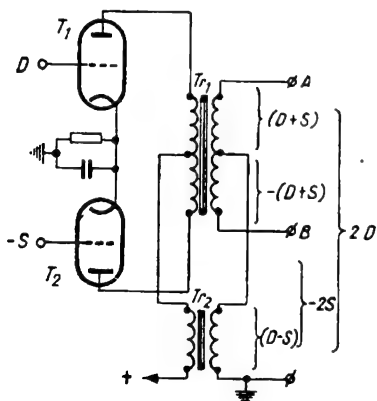


Fig. 71. Schema simplificată a unui montaj conceput special pentru redarea stereofonică.

Montajul I. Pentru un amplificator stereofonic s-a conceput un etaj de ieșire foarte ingenios care convine redării discurilor cu înregistrare stereofonică 45°/45° (fig. 71). Dacă D (semnalul canalului dreapta) și S (semnalul canalului stînga) sînt tensiunile instantanee ale semnalelor ce trebuie transmise, se vede că grilele tuburilor de putere sînt atate prin D și $(-S)$, inversiunea de fază a acestuia din urmă fiind obținută prin procedee simple și uzuale

Anozii tuburilor T_1 și T_2 debitează pe o combinație de două transformatoare Tr_1 și Tr_2 . Cele două tuburi lucrează la

contratimp în raport cu transformatorul Tr_1 și în paralel în raport cu Tr_2 .

La un etaj de contratimp, tensiunea care apare în secundarul transformatorului de ieșire este proporțională cu diferența celor două semnale de pe grile. Deoarece la ieșire avem o priză mediană, semnalele la cele două capete ale înfășurării vor fi proporționale cu $(D + S)$ și $-(D + S)$.

Cînd două tuburi lucrează în paralel, tensiunea la ieșire este proporțională cu suma tensiunilor ce se aplică pe grile. Deci în secundarul transformatorului Tr_2 vom avea o tensiune proporțională cu $(D - S)$.

Cei doi factori de proporționalitate, în cazul etajului în contratimp și paralel, trebuie să fie egali pentru ca să se poată face suma și diferența tensiunilor în mod corect. Aceasta se realizează variind raportul de transformare la unul din transformatoare.

Legăturile dintre cele două transformatoare fac ca în raport cu masa, la punctele A și B să avem $2D$ și respectiv $-2S$. Aceste tensiuni pot fi deci aplicate la bobinele mobile a două difuzoare; al doilea difuzor este legat invers ca polaritate față de primul.

Un singur amplificator, puțin costisitor, poate reda cele două canale, fără să introducă o diafonie mai mare ca -25 dB. Cum în general D și S au cam aceeași valoare, $(D - S)$ este mic; deci este normal să se amplifice $(D + S)$ de către partea în contratimp a montajului, iar $(D - S)$ de către tuburile în paralel. De asemenea, este mai ușor de a realiza un transformator pentru etajul în contratimp, cu o inductanță primară mare, pentru a asigura o bună reproducere a frecvențelor joase, ceea ce este mai dificil pentru Tr_2 , care are o componentă de flux continuu. Deoarece $(D - S)$ transmite o informație spațială, nu este necesar ca acesta din urmă să redea frecvențele sub 200 Hz, ceea ce duce la un preț de cost redus.

Obținerea semnalelor D și $-S$ se poate face plecînd de la un picup stereofonic cu patru fire de ieșire sau de la un picup special conceput pentru această utilizare. Modelele cele mai curențe cu trei ieșiri (masă comună), deoarece livrează semnalele D și S , necesită un inversor de fază pentru acest din urmă semnal.

În fig. 72 se dă un montaj de amplificator stereofonic de acest gen, pentru redarea discurilor de gramfon. Doza de picup este concepută pentru acest fel de montaj.

Intrarea se face pe cele două grile ale unei duble triode de tipul ECC83. Impedanța de intrare este de 1,5 M Ω

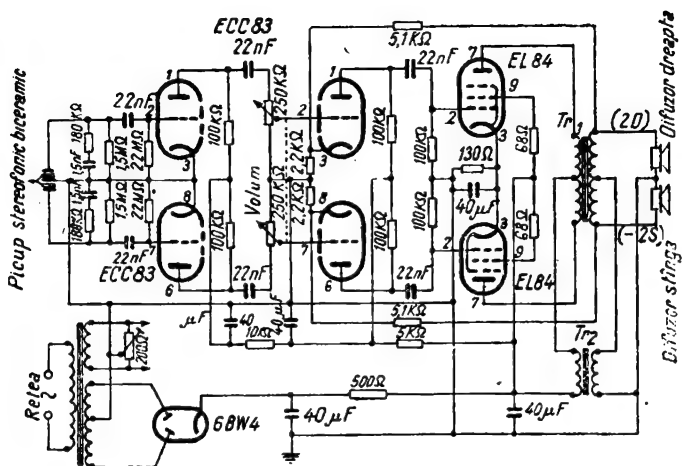


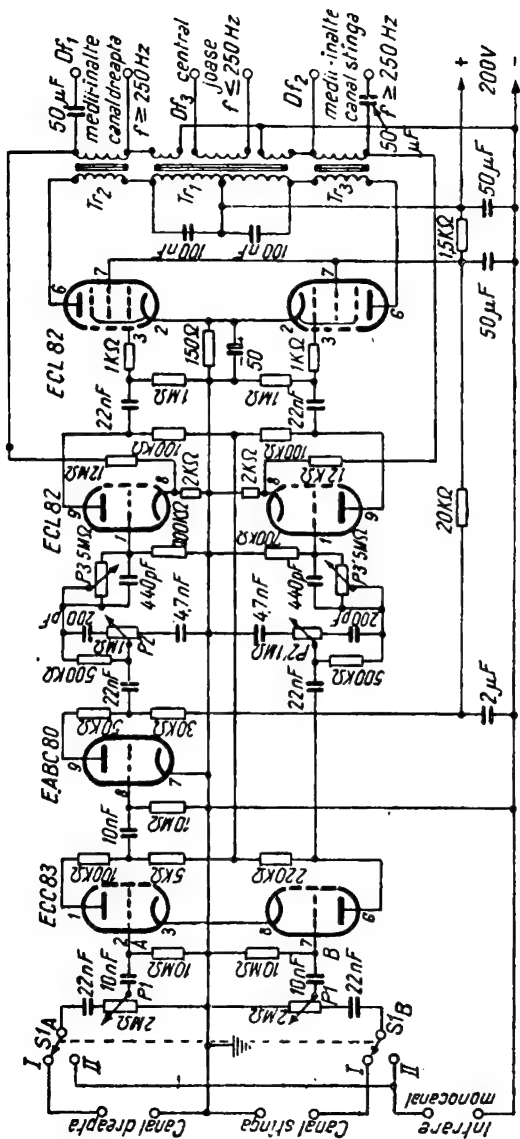
Fig. 72. Schema de principiu a unui amplificator stereofonic.

la frecvențe foarte joase și pe măsura creșterii frecvenței se micșorează. La aproximativ 600 Hz, valoarea reactanței capacitive a condensatorului de 1,5 nF devine egală cu rezistența de 180 k Ω cu care este în serie. Peste frecvența de 1 500 Hz putem considera că impedanța a scăzut la 180 k Ω , ceea ce produce o reducere a amplitudinii frecvențelor înalte și deci o corecție a înregistrării.

Reglajul de volum se face cu ajutorul a două potențio-metre aflate pe același ax și comandate simultan printr-un singur buton.

Se remarcă de asemenea prezența unei reacții negative din secundarul transformatorului de ieșire în catodii tubu rilor intermediare. Astfel se ajunge la o putere de 10 W cu distorsiuni armonice mai mici de 0,5%.

Montajul II. Un alt montaj simplu la care se regăses unele idei de la montajul precedent este dat în fig. 73



Montajul este conceput special pentru redarea discurilor stereofonice și pornește de la ideea că numai frecvențele peste 250 Hz creează impresia de stereofonie și deci joacă un rol important în reperajul auditiv. Această afirmație este contrazisă de diverși autori, totuși cel puțin pentru aparatele de calitate mijlocie ideea de mai sus este foarte bună. Prin urmare, frecvențele joase (sub 250 Hz), provenind de la cele două canale, vor fi amestecate și redade de un singur difuzor cu diametru mare, amplasat într-o cutie de dimensiuni convenabile. Din contră, frecvențele superioare (peste 250 Hz) vor fi redade de canale și difuzoare separate (montate în cutii mici închise), plasate la dreapta și la stînga auditorilor.

Intrarea în amplificator se face prin două potențiometre acționate simultan, cu ajutorul cărora se realizează reglajul de volum. Cu comutatorul S_1 se poate trece de la funcționarea stereo la funcționarea monocanal (poziția II), prin legarea celor două intrări în paralel.

Tubul EABC80 îndeplinește numai rolul de a inversa faza canalului din dreapta, în vederea aplicării cu fază corectă pe grila etajului în contratimp. În cazul în care dispunem de un picup cu 4 borne de ieșire sau de un picup special, acest tub poate fi eliminat:

Reglajele de ton realizate cu ajutorul potențiometrelor P_2 , P'_2 (comandate simultan și acționînd asupra frecvențelor înalte) și P_3 , P'_3 (frecvențe joase) dau posibilitatea modificării tonalității unui program oarecare.

Urmează un etaj amplificator realizat cu partea de triodă a tubului ECL82 și un etaj final, realizat cu partea de pentodă a aceluiași tub. Frecvențele înalte (peste 250 Hz) sînt amplificate pe fiecare canal separat și redade cu ajutorul transformatoarelor Tr_2 și Tr_3 . Inductanțele acestor transformatoare împreună cu condensatoarele de 100 nF care șuntează primarul transformatorului Tr_1 constituie două filtre separatoare, grație cărora difuzoarele Df_1 și Df_2 nu primesc decît frecvențele peste 250 Hz. Acest lucru este favorizat și de prezența condensatoarelor de 50 μ F din secundarele transformatoarelor pentru frecvențe înalte.

Frecvențele inferioare a 250 Hz sînt redade cu ajutorul transformatorului Tr_1 pentru care tuburile lucrează în contratimp și deci semnalul de ieșire este proporțional cu

diferența semnalelor de intrare (deoarece avem o inversare de fază, acesta este proporțional cu suma tensiunilor celor două canale).

Bobinele difuzoarelor Df_1 și Df_2 trebuie legate de așa manieră, încît membranele să se deplaseze în același sens, dacă același semnal este aplicat în A și B .

Pentru o reproducere monocanal, cînd cele două intrări sînt reunite, ținînd seamă de inversiunea de fază dată de tubul EABC80, totul se petrece ca și cum am avea un amplificator în contratimp pentru frecvențe joase. Frecvențele înalte nu beneficiază de acțiunea etajului în contratimp, dar deoarece cele două difuzoare lucrează în fază și se găsesc la o oarecare distanță, se produce totuși o impresie de lărgire a sursei sonore, ceea ce este foarte util.

În ceea ce privește transformatorul Tr_1 el trebuie să aibă o inductanță mare și un răspuns bun la frecvențe joase. Aceasta este posibil și datorită faptului că nu există componentă de flux continuu. Nici un fel de precauție nu trebuie luată în ceea ce privește inductanța de scăpări și capacitatea parazită și deci nu sînt necesare bobinaje speciale.

Transformatoarele Tr_2 și Tr_3 sînt identice și de mici dimensiuni. Ele au componentă de flux continuu, însă micșorarea inductanței, datorită acestui fapt, nu afectează cu nimic funcționarea în bune condiții a transformatorului, deoarece el nu trebuie să redea decît frecvențele peste 250 Hz. Deoarece numărul de spire din primar este mic, rezultă că și inductanța de scăpări și capacitățile parazite vor fi mici, ceea ce face ca frecvențele înalte să poată fi rediate fără precauții speciale.

Montajul III. Un alt amplificator stereofonic pe care îl vom descrie acum, de o construcție ceva mai complexă decît cele prezentate anterior, cu toate că este relativ ieftin, nu utilizează artificii. El grupează pe același șasiu circuitele preamplificatoare și amplificatorul de putere și este destinat audițiilor în sălile de volum normal. Amplificatorul are o putere maximă de ieșire de 7,5 W pe canal. Distorsiunile armonice sînt de 0,5% la 1 kHz, pentru o putere de ieșire de 6 W. Răspunsul amplificatorului este cuprins între 40 — 20 000 Hz cu o neuniformitate mai mică de ± 1 dB.

Zgomotul este mai mic de -60 dB față de puterea maximă de ieșire.

Amplificatorul (fig. 74) are următoarele patru intrări:

— Intrare doză de picup magnetică, avînd o impedanță de $56\text{ k}\Omega$ și o sensibilitate de $4-6\text{ mV}$.

— Intrare doză de picup piezoelectrică, cu o impedanță de $780\text{ k}\Omega$ și o sensibilitate de 150 mV .

— Intrare auxiliară nr. 1 (magnetofon sau radio) cu o impedanță de $100\text{ k}\Omega$ și o sensibilitate de 400 mV .

— Intrare auxiliară nr. 2 (magnetofon sau radio) cu o impedanță de $15\text{ k}\Omega$ și o sensibilitate de 1 V .

Dintre cele opt tuburi utilizate, primele două (EF86) sînt utilizate ca amplificatoare de tensiune pentru picupul magnetic. Urmează un comutator S , cu șase galeți care modifică funcționarea amplificatorului funcție de sursa de semnal aleasă.

Galeții A și D introduc în circuit rețelele de contrareacție C_1, C_2, R_1, R_2 și C_3, C_4, R_3, R_4 care corectează caracteristica de înregistrare a discului, numai pe poziția „PU magnetic”. Galeții B și E fac comutarea propriu-zisă a intrărilor, iar C și F pun la masă intrările neutilizate.

Toate intrările, în afară de picup magnetic, atacă direct grila primei secțiuni a tubului ECC81 (de data aceasta fără contrareacție), prin intermediul divizoarelor de tensiune care fixează totodată impedanța de intrare și sensibilitatea.

Între cele două jumătăți ale tubului ECC81 există reglajele de tonalitate, care se efectuează cu ajutorul celei de a doua jumătăți a lui ECC81, printr-un montaj Baxandall simplificat (se evită potențiometrul liniar cu priză mediană pentru registrul înalt, dar se sacrifică puțin din întinderea și simetria reglajelor). După cum se indică în schemă, potențiometrele de reglaje de tonalitate sînt comandate simultan pe cele două canale, atît pentru frecvențele înalte cît și pentru cele joase. Ridicarea frecvențelor de 50 Hz și 10 kHz se poate face cu $+10\text{ dB}$, iar coborîrea aceluiași frecvențe cu -15 dB .

La ieșirea circuitelor care reglează tonalitatea s-au plasat potențiometre (comandate simultan) de volum, înainte de a ataca etajul triodă a tubului ECL82. Inversorul de fază care atacă cele două tuburi în contratimp este

clasic și de tipul cu autoechilibrare. Transformatorul de ieșire are prize pentru a fi utilizate pentru ecranele tuburilor finale și astfel avem de-a face cu un montaj ultralinier.

Pentru a reduce cuplajele interne, între părțile triodă și pentodă ale tuburilor ECL82 se face o încrucișare, după cum se vede pe schemă.

În cazul sistemelor stereofonice, este necesar ca să existe posibilitatea de a regla amplificarea canalelor în sens invers, adică atunci când pe unul din canale aceasta crește, pe celălalt să se micșoreze. Aceasta se efectuează pentru obținerea unui echilibru sonor.

În cazul acestui montaj, cu ajutorul potențiometrelor P_1 și P_2 se variază gradul de contrareacție și într-un interval maxim de 9dB se poate găsi o poziție de echilibru.

Diafonia între cele două canale este foarte redusă, ajungându-se la -60 dB.

Din schemă se remarcă de asemenea inversorul de fază stereo care se află în secundarul transformatorului de ieșire al canalului din stînga și ieșirile auxiliare de 1 V de pe 100Ω , atunci când amplificatorul debitează 5,5 W pe o rezistență de 15Ω . Aceste ieșiri sînt destinate amplificatoarelor suplimentare sau unui magnetofon. Pentru a reduce zgomotul de rețea rezidual și a-l egaliza pe cele două căi, între masa generală și cea a tubului EF86 din canalul din dreapta s-a introdus rezistența R_5 de 100Ω .

Acest amplificator stereofonic, simplu și clasic, dă rezultate bune. Consumul lui este de numai 90 VA, iar greutatea de 8,5 kg. Dimensiunile cutiei în care se poate monta sînt $33 \times 26 \times 11$ cm.

VIII. Amplificatoare pentru magnetofon

Amplificatoarele pentru magnetofon au caracteristici de frecvență diferite, funcție de utilizare. Astfel pentru înregistrare; o caracteristică tipică a curentului în capul de înregistrare este cea reprezentată în fig. 75. Ridicarea la frecvențele înalte se face pentru a compensa pierderile

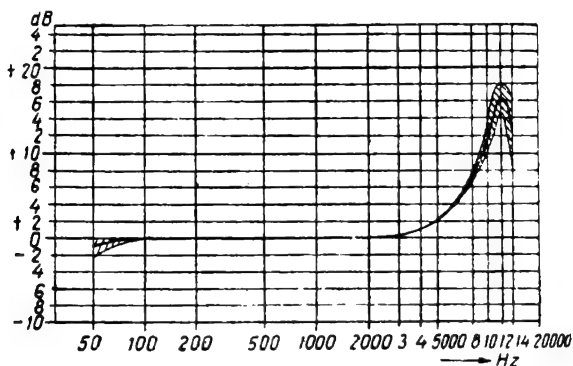


Fig. 75. Variația curentului de înregistrare funcție de frecvență.

de flux datorite dimensiunilor finite ale întrefierului capului de înregistrare. Cu cât întrefierul este mai mic, cu atât această compensare trebuie făcută la o frecvență mai mare și în consecință banda de frecvențe înregistrate se lărgeste.

Caracteristica tipică de frecvență a amplificatorului de redare se poate vedea în fig. 76. Se știe că tensiunea indusă în capul de redare este proporțională cu variația fluxului în timp și deci crește cu frecvența. Pentru a compensa această creștere este necesar ca amplificarea să scadă cu aproximativ 6 dB/octavă. La frecvențe apropiate de cea de tăiere a capului, este necesară de asemenea o compensare suplimentară a pierderilor de flux de la înregistrare și

deci în această regiune caracteristica de frecvență are o alură crescătoare.

În general, pentru magnetofonele neprofesionale, funcția de la înregistrare și redare este făcută de un același

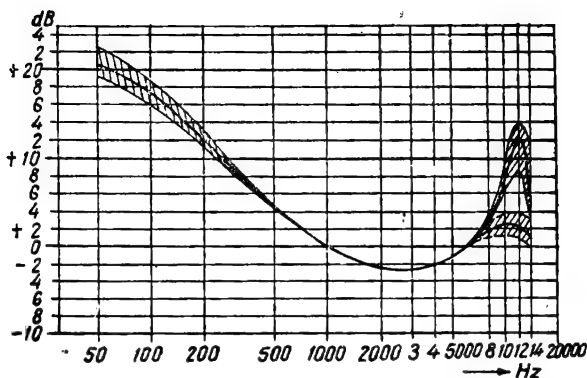


Fig. 76. Variația amplificării la redare funcție de frecvență.

amplificator, la care se modifică cu ajutorul unui comutator anumite elemente din circuitele de corecție.

Montajul I. În fig. 77 este dată schema de principiu a magnetofonului „Mambo“, fabricat în R.P.U.

Amplificatorul magnetofonului este realizat cu tuburile EF86 (preamplificatoare), ECC85 (amplificatoare și corectoare), EL84 (amplificator de putere și oscilator) și EM80 (indicator optic de nivel). Pentru alimentare se utilizează un redresor cu seleniu, iar pentru redresarea semnalului în vederea aplicării lui pe grila tubului indicator, o diodă cu germaniu.

Înfășurările motorului se pot lega serie sau paralel, după cum tensiunea la rețea este de 110 sau 220 V.

Puterea de ieșire este de aproximativ 0,7 W cu distorsiuni neliniare de 5%. Banda de frecvențe pentru înregistrare-redare este cuprinsă între 100 și 9 000 Hz, măsurătoarea făcându-se pe bandă LGS.

Magnetofonul are două capete, dintre care unul universal C_u folosit la înregistrare și la redare și celălalt C_s folosit pentru ștergerea benzilor înainte de înregistrare.

Vom analiza mai întâi schema de principiu pentru poziția înregistrare. În acest caz, la intrarea amplificatorului se conectează fie un microfon, fie un picup sau un radio-receptor. Capul universal care îndeplinește acum funcția de înregistrare se va conecta la ieșirea amplificatorului de tensiune. De asemenea, pe această poziție, oscilatorul va trebui să funcționeze pentru a șterge banda (ștergere în curent alternativ) și pentru a furniza curentul de premagnetizare.

Urmărind schema, remarcăm că contactul 15/16 este desfăcut, deci capul nu este conectat la intrarea amplificatorului, ci prin contactul 16/18 este conectat la masă. În schimb, contactul 15/17 fiind făcut, tensiunea dată de microfon ajunge pe grila tubului EF86, care o amplifică. În cazul în care înregistrarea se face de la o sursă de nivel mai mare, ca de exemplu un picup cu cristal sau un radio-receptor, atunci prin închiderea contactelor 13/14, se intră direct pe grila celui de-al doilea etaj de amplificare, adică pe grila primei triode a tubului ECC85. Aici avem și reglajul de nivel P_1 , care se poate controla cu ajutorul indicatorului optic de nivel, realizat cu tubul EM80.

În catodul primei secțiuni a dublei triode ECC85 se află grupul R_6C_7 , cu ajutorul căruia se obține o caracteristică de frecvență crescătoare începînd de la frecvența de 2 500 Hz, cînd condensatorul șuntează rezistența și deci micșorează reacția negativă de curent.

A doua secțiune a dublei triode ECC85 are o rezistență de sarcină de 30 k Ω . Pentru ca în capul universal să avem un curent constant la frecvențe joase și medii, este necesar ca amplificatorul să aibă o impedanță internă foarte mare și aceasta se realizează cu ajutorul rezistenței R_{14} de 0,2 M Ω , montată în serie cu capul. Prin contactul 22/23 care se închide, capul este alimentat cu tensiunea de semnal. Creșterea la frecvențe superioare mai este accentuată și de prezența capacității C_{20} de 100 pF în paralel cu rezistența R_{14} , care începe să fie eficace peste frecvența de 7 000 Hz, deci spre limita superioară a spectrului de frecvențe reprodus.

De la ieșirea amplificatorului de înregistrare tensiunea de semnal se aplică de asemenea prin intermediul rezistenței ajustabile R_{16} și a diodei D pe grila tubului indicator de nivel EM80, cu ajutorul căruia se controlează modulația.

Tubul EL84 îndeplinește funcția de oscilator. El este alimentat prin intermediul transformatorului de ieșire care în această situație joacă rolul unui șoc. Pentru a nu se întrece puterea de disipație, contactul 4/5 este desfăcut și astfel se micșorează tensiunea continuă pe ecran. Prin închiderea contactelor 6/7 și 3/3a, circuitul oscilant se leagă între anod și grilă. Prin condensatorul C_{11} se alimentează cu curent de 50 kHz capul de ștergere, iar prin condensatorul ajustabil C_{10} se introduce în capul universal curentul de premagnetizare.

Pe poziția redare, schema contactelor se modifică conform tabelii din fig. 77. Astfel, capul universal se conectează prin intermediul contactului 15/16, cu grila primului tub, iar prin intermediul contactului 11/12, și prin bobina L_2 antibrum, la masă. Prin desfacerea contactului 16/18, în paralel cu capul de redare se leagă condensatorul C_1 de 470 pF care constituie cu inductanța capului un circuit rezonant acordat pe frecvența de 9 000 Hz. Prin aceasta se realizează o creștere substanțială a caracteristicii de frecvență în acest domeniu.

În circuitul de contrareacție se desface contactul 22/23 și se face 20/21. Datorită condensatorului C_9 , reacția la frecvențe joase se micșorează și se realizează în acest domeniu o caracteristică similară cu cea reprezentată în fig. 76. Creșterea amplificării, la frecvențe de peste 2 500 Hz, datorită grupului R_6C_7 , se menține și chiar se accentuează, deoarece condensatorul C_7 micșorează atât reacția negativă de curent cât și reacția negativă de tensiune ce se aplică prin grupul C_9R_{15} .

Tubul EL84 își modifică funcția, transformându-se din oscilator în amplificator de putere. Astfel contactele 6/7, 3/3a se desfac și în schimb se închid contactele 4/5, 2/2a și 7/8. Prin aceasta, grila tubului final primește tensiunea de audiofrecvență de la anoda celei de-a doua triode a tubului ECC85. Tensiunea de ecran crește pentru că nu mai este pericol să se întreacă disipația, iar circuitul oscilant este

pus în două puncte la masă, pentru a nu da loc la perturbații, datorită cuplajelor parazite.

Contactul 9/10 se desface și tubul EM80 ne mai primind tensiune de alimentare la anod, nu mai este luminat.

Tensiunile continui măsurate în diversele puncte ale montajului sînt trecute în schema de principiu pentru pozițiile înregistrare/redare.

Reglajul unei scheme de magnetofon este mai complex și în general nu se poate face definitiv decît cu ajutorul unui mecanism de antrenare a benzii. Caracteristica la redare se poate modifica în domeniul frecvențelor joase cu ajutorul potențiometrului R_{15} . Cînd valoarea rezistenței potențiometrului R_{15} se micșorează se produce o ridicare mai accentuată a frecvențelor joase.

Prin intermediul condensatorului C_{10} se poate varia curentul de premagnetizare, pînă se obține o putere maximă cu distorsiuni mici.

Modificarea poziției spirei antibrum duce la modificarea zgomotului de fond. Deci prin încercări se caută ca acesta să fie cît mai mic posibil.

Montajul II. O altă schemă de magnetofon pe care o vom analiza este cea a tipului „Sonet” fabricat în Republica Cehoslovacă. Acest model, cu comenzi simple, robust, prezintă la viteza de 9,53 cm/s performanțe bune, chiar cu bandă CH, bandă care este mai adecvată pentru magnetofone cu viteza de 19 cm/s. Astfel, banda de frecvențe este cuprinsă între 50 — 10 000 Hz, iar puterea de 1,5 W se realizează cu distorsiuni mai mici de 5%. Magnetofonul are o ieșire de impedanță mare (circa 15 k Ω), care se află înaintea etajului final și deci nu introduce distorsiunile date de acesta, și o ieșire de impedanță mică (5 Ω). De asemenea, cu ajutorul unor căști se poate face controlul înregistrărilor și auditiv.

Schema de principiu este dată în fig. 78. Față de schema magnetofonului „Mambo”, se observă că se folosește tubul ECC83 în loc de tubul ECC85, tubul EM81 în loc de EM80 și EZ80 în locul unui redresor uscat cu seleniu. Intrarea de nivel mare nu se face pe al doilea tub, ci prin intermediul unui divizor (1 M Ω cu 33 k Ω) se intră tot pe grila tubului EF86.

Mufa de intrare, cu trei contacte, este conform normelor DIN. Prin contactul 1 se face intrarea de la microfon, radio sau o altă sursă de program, iar prin contactul 3, cu semnalul de pe ieșirea de impedanță mare, ne putem cupla cu un amplificator de putere care poate fi chiar amplificatorul de audiofrecvență al unui radioreceptor. Acest mod de funcționare este întâlnit la toate radioreceptoarele moderne: magnetofonul este cuplat direct cu etajul detector, iar amplificatorul de audiofrecvență cu preamplificatorul magnetofonului. Se elimină în acest fel eventualele distorsiuni ale unor etaje intermediare și mai ales ale etajelor finale.

În schemă, toate contactele sînt puse pe poziția „redare”. Astfel, capul universal C_u este legat prin intermediul contactelor 1 și 2 cu grila primului tub și prin bobina antibrum L_1 , cu masa. Tensiunea de audiofrecvență ce ia naștere în cap datorită trecerii prin fața acestuia a unei benzi înregistrate este amplificată de tubul EF86 și transmisă cu ajutorul potențiometrului R_8 (reglaj de volum) grilei primei triode a tubului ECC83.

Între anodul celei de-a doua triode și catodul primei triode se află un circuit de contrareacție care modifică corespunzător caracteristica de frecvență a amplificatorului pentru a face corecțiile necesare. Astfel, prin contactul 5, circuitul format din C_{11} și R_{15} face ca la frecvențe sub 1 000 Hz să se producă o creștere a amplificării de circa 6 dB/octavă, din cauza scăderii reacției negative. La frecvența de acord a circuitului L_2C_8 (circa 10 kHz), tensiunea de contrareacție este scurtcircuitată și se produce de asemenea o creștere pronunțată a amplificării. Frecvența de acord poate fi modificată cu ajutorul ferocartului bobinei, iar mărimea amplificării cu ajutorul potențiometrului ajustabil R_{22} , care intervine în factorul de calitate al circuitului și deci în ascuțimea la rezonanță.

Condensatorul C_{25} micșorează contrareacția la frecvențe peste 3 000 Hz și deci vom avea o creștere a amplificării, după cum se vede pe curba din fig. 76.

Din anodul celei de-a doua triode, semnalul amplificat și corectat merge la casca de control, la contactul 3 al mufei de intrare și la grila tubului EL84 prin contactul 6. În circuitul acestei grile există grupul $R_{33}C_{17}$ care poate regla

tonul pe frecvențe superioare. Etajul de ieșire se remarcă prin reacția negativă care se aplică din secundarul transformatorului de ieșire în catodul tubului final.

La conectarea unui difuzor suplimentar, difuzorul interior este scos din circuit.

De asemenea, menționăm că în poziția „stop“, contactul „a“ se închide, ceea ce face ca la ieșire să nu avem nici un zgomot în timpul schimbării benzilor.

Pe poziția „înregistrare“, tensiunea dată de sursa de semnal se aplică prin intermediul contactului 1 la grila tubului EF86, este amplificată și transmisă etajului corector realizat cu dubla triodă ECC83. Deoarece contactul 5 și-a schimbat poziția, rețeaua de contrareacție s-a modificat. Astfel, deoarece nu mai există condensatorul C_{11} , nu se mai produce creșterea amplificării la frecvențe joase. În rest, caracteristica de frecvență își păstrează alura, cu observația că din cauză că rezistența R_{22} este scurtcircuitată (contactul 4 făcut), mărirea amplificării la frecvența de acord a circuitului rezonant este mai pronunțată.

Prin intermediul condensatorului C_{14} și al rezistenței R_6 (care mărește rezistența internă a generatorului care alimentează capul și îl face de curent constant), se introduce semnalul de audiofrecvență (contactul 3 face legătura), în jumătate din înfășurarea capului universal.

Cu ajutorul contactului 5, semnalul de audiofrecvență este aplicat de asemenea unui circuit de redresare și apoi grilei tubului EM81, cu ajutorul căruia se controlează modulația benzii.

Prin modificarea contactelor 6 și 9, tubul EL84 se cuplează cu circuitul oscilant cu frecvența de acord de circa 50 kHz, din care face parte chiar capul de ștergere. Pentru a nu întrece puterea de disipație a tubului EL84, contactul 7 se desface. Cu ajutorul rezistenței R_{39} se poate regla tensiunea dată de oscilator și aplicată capului de ștergere. Cu ajutorul condensatorului C_{15} se poate varia curentul de premagnetizare, pentru ca funcție de banda folosită, să se obțină putere maximă cu distorsiuni mici.

Toate reglajele magnetofonului se pot efectua cu ajutorul elementelor semireglabile care se văd pe schemă și asupra cărora nu mai insistăm.

Un alt magnetofon construit în Republica Socialistă Cehoslovacă, „Sonet duo“, constituie o variantă întrucîtva perfecționată a magnetofonului analizat mai sus. Astfel circuitele de intrare sînt modificate, avînd pentru fiecare din cele trei principale surse de program (microfon, picup, radio) cîte o mufă. Tubul EL84 s-a înlocuit cu ECL82. Partea de triodă a acestuia se folosește în locul diodei de la indicatorul optic de nivel. Magnetofonul are două viteze (9,53 și 4,75 cm/s) și se prezintă în linii mari asemănător cu primul tip.

IX. Amplificatoare cu semiconductoare

În ultimii ani, semiconductoarele au cucerit domenii din ce în ce mai largi în electronică. Aceasta se datorește în foarte mare măsură progreselor considerabile realizate în fabricarea tranzistoarelor.

Deocamdată tuburile electronice nu vor putea fi înlocuite în toate domeniile de către tranzistoare și de aceea ele vor coexista încă foarte mult timp din cauză că adesea au calități complementare.

În stadiul actual de fabricație, tuburile electronice sînt mai puțin costisitoare decît tranzistoarele. De asemenea, ele sînt superioare în ceea ce privește frecvența de tăiere și puterea. Tuburile electronice au o impedanță de intrare mare. Caracteristicile lor nu sînt afectate de variațiile de temperatură ale mediului ambiant. În schimb, ele necesită o încălzire a catodului, ceea ce constituie o cauză pentru brum și alți paraziți, periculoși mai ales la nivele mici de amplificare. Ele sînt mai mult sau mai puțin microfonice, sensibile la cîmpuri magnetice, și consumă multă energie, din cauza încălzirii și din cauza tensiunilor ridicate care trebuie să li se aplice, pentru a obține o pantă convenabilă.

Tranzistoarele funcționează foarte bine cu tensiuni mici și au un excelent randament energetic, ceea ce duce la o ușoară alimentare prin pile ieftine și durabile. Ei nu sînt deloc microfonici și nu sînt mai sensibili la cîmpuri magnetice decît o parte pasivă a circuitului. Dimensiunile mici permit cablaje compacte care pot fi ușor blindate, deoarece nu degajă decît foarte puțină energie sub formă de căldură. Lunga viață a unui tranzistor permite lipirea lui în montaj și astfel se elimină socul cu contactele lui imperfecte, cauză a multor defecte.

Astăzi se acceptă tranzistoarelor o supremație incontestabilă în aplicațiile unde dimensiunile și puterea de alimentare trebuie să fie reduse (proteze auditive, radioreceptoare portative, mici aparate portative de detecție sau măsură etc). Trebuie să remarcăm că tranzistoarele se pot arăta

net superioare tuburilor electronice și în montajele amplificatoarelor de joasă frecvență alimentate la rețea. În general, aici se utilizează la nivele mici unul sau mai multe etaje cu tranzistoare și apoi se cuplează cu tuburi electronice.

Pentru aplicațiile practice ale tranzistoarelor, trebuie să se țină seama de următoarele:

- tranzistorul poate fi deteriorat printr-un șoc de curent puternic, dacă se conectează la un circuit sub tensiune; deci, dacă tranzistorul se folosește în schemă montat într-un suport, se recomandă ca înainte de introducerea tranzistorului în suport să se deconecteze tensiunea;

- la lipire, firele trebuie să fie de cel puțin 10 mm lungime, iar pentru disiparea căldurii provenite de la cionul de lipit, trebuie să se folosească un șunt termic;

- constanta de timp termică a tranzistorului este foarte mică; în consecință tranzistorul poate fi deteriorat de o suprasarcină puternică de scurtă durată, de exemplu, prin descărcarea unui condensator de mare capacitate;

- tranzistorul este foarte sensibil la iluminatul exterior; pentru ca să lucreze corect, pelicula exterioară de lac de protecție nu trebuie să fie deteriorată.

Montajul I. În general, un tranzistor este preferabil unui tub electronic atunci când impedanța sursei de atac este mai mică decât 2 000 Ω . Este drept că cu ajutorul unui transformator această impedanță se poate ridica,

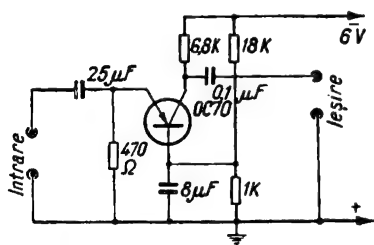


Fig. 79. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu tranzistorul OC70, alimentat la baterie.

însă acest transformator constituie o piesă voluminoasă, grea, costisitoare și imperfectă în ceea ce privește banda frecvențelor transmise și captarea cîmpurilor magnetice alternative. Deci este preferabilă înlocuirea lui cu un tranzistor cu zgomot mic și cu câștig destul de mare.

În fig. 79 este dată schema de principiu a unui preamplificator realizat cu tranzistorul OC70, care se adaptează perfect cu surse de impedanță mică, ca de exemplu un

microfon dinamic sau cu bandă, o doză de picup cu reluctanță variabilă, un cap de magnetofon etc. Condensatorul de $8 \mu\text{F}$, conectat între bază și masă, asigură funcționarea tranzistorului în montaj cu baza comună, ceea ce permite realizarea unui mare câștig în tensiune și o adaptare corectă la impedanța de intrare a unui amplificator cu tuburi.

Impedanța de intrare a amplificatorului este de circa 100Ω . Pentru ca atacul emiterului să se facă prin variații de curent — condiție esențială pentru a avea distorsiuni mici —, este preferabil ca microfonul sau sursa care debitează pe tranzistor să aibă o impedanță de câteva sute de ohmi.

Caracteristica de frecvență a amplificatorului se întinde între $100 - 10\,000 \text{ Hz}$ cu o neuniformitate de -3 dB . Amplificarea lui este de $62,5$, ceea ce reprezintă un câștig de 36 dB . Montajul funcționează corect până la o temperatură de tensiune ambiantă de 45°C .

Montajul II. Un alt preamplificator (fig. 80) alimentat cu 250 V are o amplificare de 330 (50 dB) și este folosit pentru amplificarea semnalelor provenite de la surse de impedanță mică. Aplicând o tensiune de intrare de $5,5 \text{ mV}$, se obține o tensiune de ieșire de $1,8 \text{ V}$. Impedanța de intrare este de circa 200Ω , iar cea de ieșire mai mică de $10 \text{ k}\Omega$. Răspunsul funcție de frecvență depinde în oarecare măsură de impedanța sursei tensiunilor de amplificat. Pentru o impedanță a acesteia de 50Ω , se obține o scădere de 3 dB la 15 Hz și 20 kHz .

Amplificatorul poate funcționa fără riscuri și la 275 V și dă rezultate bune și la 100 V .

Montajul III. Tot pentru surse de semnal cu impedanță internă mică se prezintă o schemă (fig. 81) realizată cu tranzistorul de proveniență franceză de tipul TJN 2FB. Tensiunile și curenții necesari tranzistorului se iau de la polarizarea automată a tubului EF86.

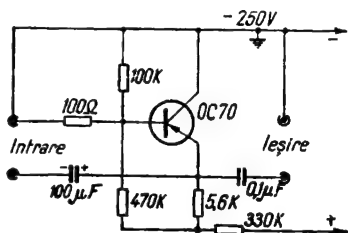


Fig. 80. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu un tranzistor, alimentat la tensiunea de 250 V .

Tranzistorul folosit are un câștig de curent de 34 și un factor de zgomot de 6 dB. Atacat de un generator de 50Ω și debitînd pe o impedanță de $500\text{ k}\Omega$, montajul funcționează corect. Curba de răspuns este plată în toată banda de audiofrecvențe. Zgomotul de intrare este foarte mic și

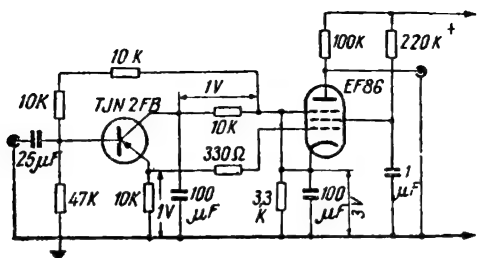


Fig. 81. Schema de principiu a unui preamplificator realizat cu un tranzistor alimentat de la catodul tubului care urmează.

dificil a se măsura cu precizie. În orice caz, el are o valoare mai mică de $0,5\text{ }\mu\text{V}$ pentru toată banda redată de montaj.

Montajul IV. Schema amplificatorului de audiofrecvență al radioreceptorului „Solistor” fabricat de uzinele „Electronica” este dată în fig. 82. El este compus dintr-un etaj

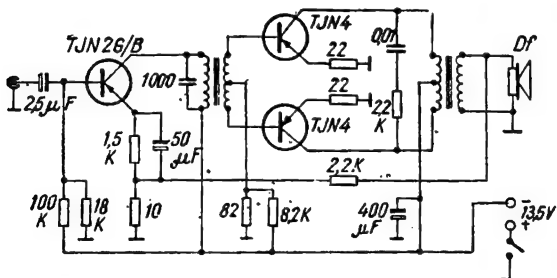


Fig. 82. Schema amplificatorului de audiofrecvență al radioreceptorului Solistor.

preamplificator realizat cu tranzistorul T.JN 2 G/B în montaj cu emiterul la masă și două tranzistoare de putere de tipul T.JN 4, în montaj în contratimp.

compus din rezistența de $220\ \Omega$ și condensatorul de $100\ \mu\text{F}$.

Primul etaj este supus unei contrareacții din cauza celor $100\ \Omega$ nedecuplați, din circuitul de emiter. Celelalte două tranzistoare, care sînt cuplate direct, sînt supuse unei contrareacții globale; variația mărimii acesteia servește la comandă amplificării. Chiar cînd cîștigul este reglat la maximum, avem totuși o contrareacție de 20dB.

Condensatoarele de $0,5\ \mu\text{F}$ și de $50\ \text{nF}$ sînt cu hîrtie, cu toleranțe de $\pm 10\%$. Condensatorul de $8\ \text{nF}$ este cu mică, cu toleranțe de $\pm 10\%$. Condensatoarele electrolitice sînt prevăzute pentru tensiuni de lucru de $12\ \text{V}$ (se specifică în schemă) și de $6\ \text{V}$ (toate celelalte). Majoritatea rezistențelor sînt cu toleranțe de $\pm 5\%$.

Montajul VI. Un alt amplificator de picup, prevăzut și cu amplificatorul de putere, este descris în cele ce urmează. Schema (fig. 84) este realizată cu tranzistoarele $2 \times \text{OC305}$, OC304 , $3 \times \text{OC308}$ și $2 \times 2\text{N257}$.

Sensibilitatea amplificatorului este de $400\ \text{mV}$ pe $400\ \text{k}\Omega$, pentru o putere de ieșire de $10\ \text{W}$, ceea ce îl face apt pentru a fi folosit cu un picup piezoelectric.

Impedanța de intrare mare se obține datorită pe de o parte rezistenței de $200\ \text{k}\Omega$ în serie cu sursa de modulație, iar pe de altă parte faptului că primul tranzistor lucrează cu colectorul la masă. Avem de-a face deci cu un „repetor emiter“ care este similar cu un „repetor catodic“ realizat cu tuburi electronice. Acesta, cu toate că are amplificare de tensiune și putere redusă, prezintă o impedanță de intrare mare.

Primul tranzistor, polarizat printr-un divizor de tensiune format din rezistențele de $25\ \text{k}\Omega$ și $7\ \text{k}\Omega$, este cuplat direct cu cel de-al doilea tranzistor. Acesta are în circuitul de emiter o rezistență de $3\ \text{k}\Omega$ care stabilizează punctul de funcționare; această rezistență este șuntată din punct de vedere alternativ de o rezistență de $250\ \Omega$ (condensatorul de $50\ \mu\text{F}$ în serie cu această rezistență nu influențează peste $10\ \text{Hz}$, asupra funcționării etajului), și de un condensator de $50\ \text{nF}$ care reduce complet contrareacția emiterului peste $10\ \text{kHz}$, unde lărgeste banda de trecere și compensează influențele rețelei corectoare de tonalitate.

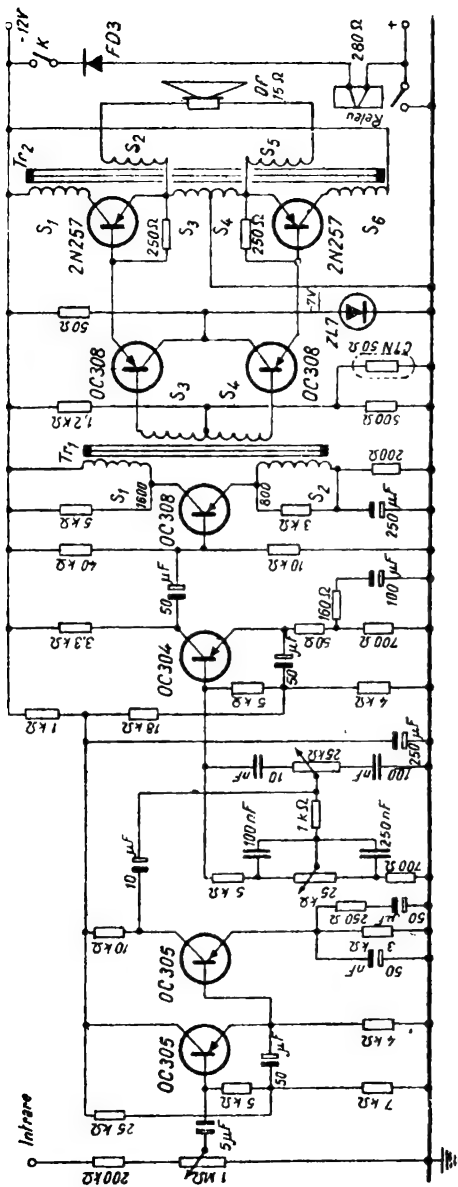


Fig. 84. Schema completă a unui amplificator pentru picup.

Rețeaua de reglaj de timbru permite o variație de la + 16 la - 10 dB la 30 Hz și de la + 12 la - 18 dB la 15 kHz, față de 1 000 Hz.

Cel de-al treilea etaj, realizat cu tranzistorul OC304, prezintă o impedanță de intrare ridicată, ceea ce convine rețelei de reglaj de ton care în acest fel nu este șuntată și poate funcționa corect. Un divizor format din rezistențele de 18 k Ω și 4 k Ω fixează tensiunea continuă pe bază. În circuitul de emiter există o rezistență de 750 Ω care stabilizează funcționarea tranzistorului. Din punct de vedere alternativ, impedanța scade la 180 Ω , ceea ce reduce din contrareacție.

Etajul de atac al montajului în contratimp este realizat cu un tranzistor de putere OC308, polarizat printr-un divizor format de două rezistențe de 40 k Ω și 10 k Ω . Din punct de vedere continuu, etajul este stabilizat printr-o rezistență de 200 Ω în serie cu emiterul (decuplată printr-un condensator de 250 μ F). Primarul transformatorului de atac este divizat în două secțiuni (1 600 spire în colector și 800 spire în emiter) prin care se obține o importantă contrareacție (o treime din tensiunea de ieșire a primarului apare între masă și emiter), de unde rezultă reducerea impedanței interne și mărirea benzii de trecere.

Etajele simetrice finale care lucrează în clasa B necesită în fiecare din ramuri două tranzistoare, dintre care primul (OC308) lucrează ca „repetor emiter“, în legătură directă din punct de vedere al semnalului, și în serie din punct de vedere continuu cu cel de-al doilea tranzistor (2N257). Pentru a stabiliza etajul la variațiile de temperatură se prevăd următoarele:

- se fixează la -7 V tensiunea colectorului celor două tranzistoare OC308 cu ajutorul unei diode ZL7;

- se polarizează baza acelorași tranzistoare cu un divizor constituit dintr-o rezistență de 1,2 k Ω , urmată de un grup format prin punerea în paralel a unei rezistențe normale și a unui termistor de 50 Ω .

Cînd temperatura mediului ambiant crește, creșterea de curent a colectorului este compensată prin creșterea de tensiune a bazei.

Transformatorul de ieșire are o treime din primar în serie cu emiterul. În acest fel, se realizează o contrareacție

care reduce rezistența internă și distorsiunile și lărgeste curba de răspuns.

Așezarea înfășurărilor celor două transformatoare precum și numărul de spire al fiecărei înfășurări se pot vedea în fig. 85.

Etajul final astfel realizat poate furniza 10 W, însă pentru a nu depăși distorsiuni armonice de 1%, este bine să ne

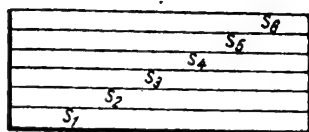
Fig. 85. Modul de așezare a înfășurărilor pe transformatoarele amplificatorului:

a — transformatorul de ieșire Tr_2 realizat cu tole 1965 DIN de secțiune pătrată fără întrefier:

S_1, S_4 — 128 spire, cu sîrmă de 0,75 mm
 S_2, S_3 — 90 spire, cu sîrmă de 0,07 mm
 S_1, S_4 — 65 spire, cu sîrmă de 0,07 mm

b — Transformatorul Tr_1 realizat cu tole 1942 DIN de secțiune pătrată, fără întrefier:

S_1 — 1 600 spire, cu sîrmă de 0,15 mm
 S_2 — 800 spire, cu sîrmă de 0,15 mm
 S_1, S_2 — 1 500 spire, cu sîrmă de 0,12 mm.



a)

$1/2 S_4$	$1/2 S_3$
$1/2 S_2$	$1/2 S_1$
$1/2 S_3$	$1/2 S_4$
$1/2 S_1$	$1/2 S_2$

b)

limităm la 3 W. Răspunsul global este bun fiind cuprins între 20—20 000 Hz cu o neuniformitate de ± 1 dB.

La bornele bateriei de alimentare de 12 V se află o diodă cu cristal care limitează impulsurile la deschidere și la închidere și protejează aparatul în cazul cînd din greșeală se inversează polaritatea.

Tranzistoarele de putere 2N257 sînt montate pe un radiator metalic care disipează căldura pentru a nu deteriora tranzistoarele.

Montajul VII. Vom descrie acum un alt amplificator care lucrează cu triode plate de germaniu din seria experimentală KCB cu conductibilitatea de tipul p — n — p. Puterea sa de ieșire pentru o tensiune de intrare de 50 mV ajunge la 0,5 W. Pentru banda de frecvențe 100—5 000 Hz, neuniformitatea amplificării este sub 16 dB. Amplificatorul este alimentat cu baterii БАС-60 sau БАС-80 și consumă o putere de ordinul a 1 W. Un astfel de amplificator se poate

folosi pentru reproducerea înregistrărilor pe discuri sau ca adaos la radioreceptor.

S c h e m a. Amplificatorul conține trei etaje de amplificare cu patru triode. Schema sa principală este dată în fig. 86.

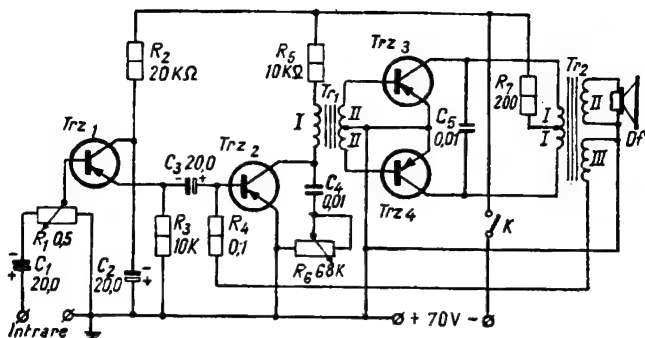


Fig. 86. Schema unui amplificator de audiofrecvență realizat cu 4 tranzistoare.

Primul etaj cu tranzistorul Trz_1 este realizat în montaj cu colectorul la masă (prin condensatorul C_2). Această conectare a tranzistorului permite obținerea unei rezistențe de intrare destul de mare. Pentru obținerea tensiunii continue corespunzătoare pe colectorul tranzistorului, acesta este conectat la sursa de alimentare prin rezistența reductoare R_2 . Potențiometrul R_1 , legat la bornele de intrare ale amplificatorului prin condensatorul de decuplare C_1 , se folosește ca regulator de volum, iar rezistența R_3 din circuitul emiterului tranzistorului Trz_1 servește drept sarcină a acestuia, de pe care tensiunea de joasă frecvență amplificată se aplică, prin condensatorul de decuplare C_3 , la al doilea etaj de amplificare.

Al doilea etaj de amplificare cu tranzistorul Trz_2 este realizat după montajul cu emiterul la masă. O astfel de schemă dă o adaptare optimă a rezistenței de intrare a acestui etaj cu rezistența de ieșire a celui precedent și permite obținerea unui coeficient de amplificare maxim. Tensiunea de alimentare se aplică în circuitul colectorului prin rezistența reductoare R_5 . Rezistența variabilă R_6 din acest circuit

conectată prin condensatorul C_4 , are rol de regulator de ton. Tensiunea de audiofrecvență amplificată de acest etaj se aplică prin transformatorul Tr_1 la etajul final.

Cel de-al treilea etaj de amplificare este realizat cu tranzistoarele Trz_3 și Trz_4 cu emiterul la masă, legate în con-

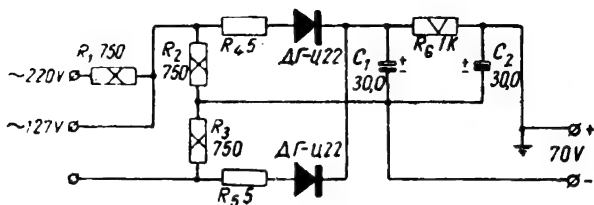


Fig. 87. Schema unui redresor pentru alimentarea amplificatoarelor cu tranzistoare.

tratimp. El funcționează în clasă B . De pe înfășurarea III a transformatorului de ieșire Tr_2 se aplică tensiunea de reacție negativă în circuitul bazei tranzistorului Trz_2 al celui de-al doilea etaj, ceea ce îmbunătățește indicii calitativi de amplificare.

Tensiunea continuă de 60–80 V necesară alimentării amplificatorului se poate obține de la rețeaua de curent alternativ cu ajutorul unui redresor simplu. Schema unui astfel de redresor este dată în fig. 87.

Redresorul utilizează două diode cu germaniu de tipul $\Delta\Gamma-U22$. Rezistența R_6 trebuie calculată pentru puterea de 5 W, iar rezistențele R_1 , R_2 și R_3 — pentru 10 W fiecare.

Condensatoarele C_1 și C_2 ale filtrului trebuie să fie calculate pentru o tensiune de lucru de 150 V. Rezistențele R_4 și R_5 sînt conectate în schemă pentru limitarea curentului direct al diodelor.

Construcția și piesele. Amplificatorul este montat pe un șasiu de aluminiu cu dimensiunile $100 \times 60 \times 40$ mm.

Schema sa de cablaj este dată în fig. 88.

Amplificatorul utilizează piese de gabarit mic.

Toate rezistențele sînt cu o putere de disipație de 0,5 W fiecare. Condensatoarele electrolitice C_1 , C_2 și C_3 sînt calculate pentru o tensiune de lucru de 50 V.

Transformatorul Tr_1 are miezul din tole E-3 (cu un conținut de permalloy pînă la 70%), cu grosimea pachetului de 9 mm. Miezi asemănătoare sînt utilizate în aparate pentru întărirea auzului „Zvuc” și „Sluh”. Înfășurarea *I* a

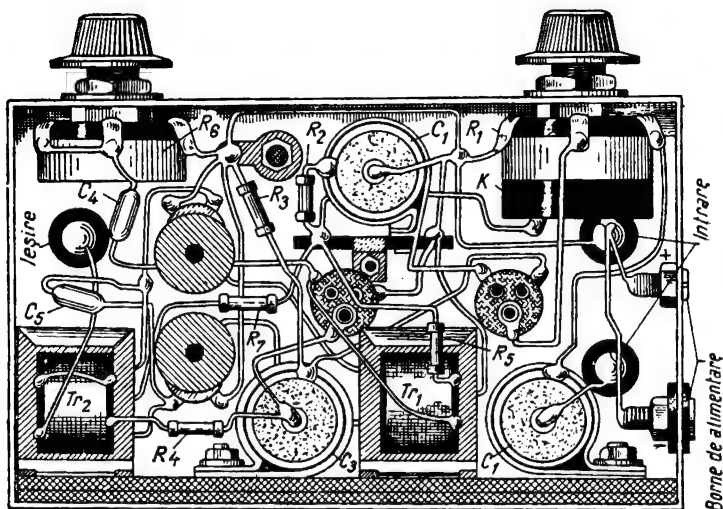


Fig. 88. Schema de cablaj a amplificatorului.

acestui transformator are 4 000 spire cu conductor de cupru emailat de 0,05 mm, iar înfășurarea *II* — 2×550 spire cu sîrmă de 0,08 mm.

Transformatorul de ieșire Tr_2 are același miez. Înfășurarea *I* are $2 \times 1\,300$ spire cu conductor de 0,1 mm, înfășurarea *II* — 75 spire cu sîrmă de 0,4 mm (pentru difuzor cu impedanța de 3–5Ω) și înfășurarea *III* — 25 spire cu sîrmă de 0,25 mm.

Pentru răcirea tranzistoarelor de ieșire Trz_3 și Trz_4 , bazele lor trebuie să aibă radiatoare (cilindrii de alamă alezați).

În încheiere, trebuie să amintim că la legarea amplificatorului cu bateriile de alimentare sau cu redresorul trebuie verificată polaritatea corectă de conectare. Dacă i se aplică amplificatorului alimentarea cu polaritatea inversă, tranzistoarele vor ieși din funcționare instantaneu.

Montajul VIII. Pentru un magnetofon portabil vom descrie o schemă de amplificator care utilizează tranzistoare. Utilizarea la amplificator a pieselor de gabarit redus și a tranzistoarelor în locul tuburilor electronice permite micșorarea sensibilă a dimensiunilor și a greutății magnetofonului, micșorarea consumului surselor de alimentare și creșterea siguranței de funcționare.

Amplificatorul descris este destinat înregistrării și reproducerii vorbei și conține împreună cu generatorul de înaltă frecvență (30 kHz) opt tranzistoare plate. În cazul funcționării cu microfon electrodinamic, puterea de ieșire a amplificatorului este de ordinul a 0,25 W cu un coeficient de distorsiuni sub 12%. Banda de trecere este cuprinsă între 200 — 2 500 Hz.

S c h e m a. Amplificatorul conține patru etaje de preamplificare și un etaj de ieșire în contratimp în montaj cu emiterul de masă (fig. 89).

Pentru o astfel de conectare a tranzistoarelor se obține o diferență minimă între rezistențele de intrare și ieșire a etajului, ceea ce permite să nu se folosească transformatoare între etajele de preamplificare.

La fiecare etaj de amplificare se folosește o reacție negativă de curent locală, creată prin rezistențele $R_2, R_7, R_{12}, R_{15}, R_{18}$ și R_{19} . Aceasta mărește stabilitatea de funcționare și îmbunătățește caracteristica de amplitudine a amplificatorului. În același scop, ultimele două etaje au o reacție negativă puternică care se aplică de la înfășurarea *III* a transformatorului Tr_2 prin rezistența R_{20} pe baza tranzistorului Trz_4 .

Pentru a evita posibilitatea de oscilație a amplificatorului prin intermediul circuitelor de alimentare, tensiunea de la bateria B_2 se aplică pe colectoarele tranzistoarelor primelor două etaje, prin filtrul de decuplare R_9, C_3 . Negativarea triodelor etajelor preamplificatoare se aplică de la bateria B_1 prin rezistențele R_3, R_8, R_{13} și R_{16} .

Generatorul de premagnetizare a capului universal C_u , cu curent de înaltă frecvență la înregistrare, este realizat cu un etaj în contratimp cu tranzistoarele Trz_7 și Trz_8 . Rezistența R_{21} servește pentru aplicarea negativării la bazele acestor triode. Bobina de cuplaj L_3 și condensatorul C_{11} constituie un circuit oscilant, acordat pe aceeași frecvență de

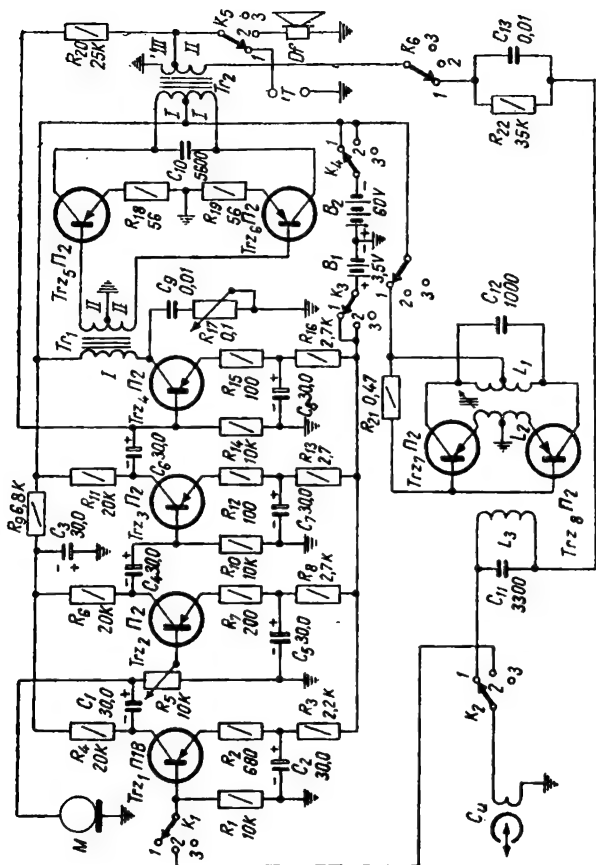


Fig. 89. Schema unui amplificator de magnetofon cu tranzistoare.

rezonanță ca și circuitul $L_1 C_{12}$. Pentru creșterea amplificării la frecvențele audio înalte, la înregistrare, tensiunea de audiofrecvență de la ieșirea amplificatorului se aplică pe capul universal prin circuitul de corecție $R_{22} C_{13}$.

Trecerea de la înregistrare la reproducere se face cu ajutorul comutatorului $K_1 - K_6$. Poziția 1 a acestui comutator corespunde înregistrării, iar poziția 2 — reproducerii. Pentru poziția 3 a comutatorului $K_1 - K_6$ amplificatorul și generatorul sînt deconectați. Reglarea volumului amplificatorului se face cu potențiometrul R_5 , iar reglajul de ton — cu rezistența variabilă R_{17} .

C o n s t r u c Ț i a ș i p i e s e l e . Amplificatorul împreună cu generatorul sînt montați pe un șasiu metalic. Direct pe șasiu se poate așeza transformatorul, bobinele generatorului, reglatoarele de volum și ton, comutatorul pentru modul de funcționare și condensatoarele electrolitice (condensatoarele de decuplare C_1, C_4 și C_6 trebuie să fie izolate de șasiu prin șaibe izolatoare). Tranzistoarele și toate rezistențele fixe (cu puterea de disipație pînă la 0,25 W) este bine să fie montate pe plăcuța izolatoare care poate fi prinsă sub panoul superior al șasiului metalic. Comutatorul $K_1 - K_6$ poate fi realizat din trei secțiuni (galeți) cu trei poziții de comutare.

Transformatorul Tr_1 are miezul din tole E-4,5 din oțel de transformator cu grosimea de 0,35 mm, avînd grosimea pachetului de 12 mm și întrefierul de 0,1 mm. Înfășurarea I are 4 600 spire cu conductor de 0,06 mm și înfășurarea II — 2×500 spire cu conductor de 0,12 mm. Transformatorul de ieșire Tr_2 are miezul din aceleași tole ca și Tr_1 , dar cu grosimea pachetului de 16 mm și fără întrefier. Înfășurarea I are $2 \times 1\,300$ spire cu conductor de 0,12 mm, înfășurarea II — 80 spire cu 0,51 mm și înfășurarea III — 600 spire cu 0,29 mm.

Inductanțele generatorului sînt realizate cu conductor de 0,12 mm bobinat pe carcasă de diametru 15 și înălțimea 20 mm. Bobina L_1 are 2×300 , $L_2 - 2 \times 15$ și $L_3 - 500$ spire. Carcasa cu bobine se așază în miez oală din fier carbonil de tipul CF-4a, peste care se așază un ecran de alamă sau aluminiu.

A l i m e n t a r e a . Pentru alimentarea amplificatorului și generatorului se utilizează bateriile B_1 de tipul

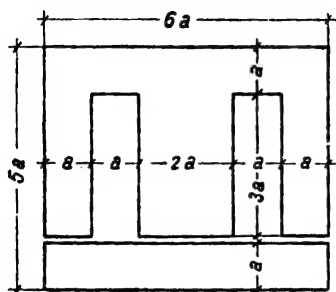
KBC-II-0,5 (de la lanternă de buzunar) și B_2 de tipul BAC-Γ-60. Ambele baterii asigură funcționarea amplificatorului în decursul a 100 ore.

P u n e r e a l a p u n c t. La început stabilind comutatorul K_1-K_6 în poziția 2 (reproducere), trebuie controlat dacă reacția negativă se aplică corect. Dacă amplificatorul va oscila, trebuie schimbate capetele înfășurării 1 a transformatorului de ieșire Tr_2 . Apoi, trebuie ales regimul normal al circuitelor de emiter și colector al tranzistoarelor, începînd cu etajul final. Echilibrarea brațelor etajului de ieșire se face prin alegerea rezistenței R_{18} și R_{19} după curenții egali în circuitele de emiter ale ambelor tranzistoare. Curenții din circuitele de emiter și colector trebuie să fie de ordinul a 1,2 mA.

Apoi amplificatorul se verifică în funcțiune cu difuzorul conectat la ieșire. În acest caz, ca sursă de tensiune audio se poate folosi un generator de joasă frecvență sau o doză de PU.

După controlul amplificatorului, comutatorul K_1-K_6 se pune în poziția 1 (înregistrare) și se trece la punerea la punct a generatorului. Regimul necesar de funcționare al generatorului se obține prin alegerea rezistenței R_{21} . Dacă la conectare, generatorul nu funcționează, trebuie schimbate capetele bobinei L_2 . Pentru obținerea curenților egali la ambele tranzistoare ale generatorului, în circuitul de emiter al tranzistorului cu curent mare, se poate conecta o rezistență de valoare redusă. Valoarea necesară a curențului de premagnetizare a capului universal se obține prin alegerea capacității condensatorului C_{11} .

Dimensiunile principalelor tole de transformator



Tole	a (mm)
E6,4	6,4
E8	8
E10	10
E12,5	12,5
E14	14
E16	16
E20	20

Datele tehnice ale câtorva tuburi moderne din seria europeană folosite curent în amplificatoarele de joasă frecvență

Notății folosite:

U_a	— tensiunea continuă dintre anod și catod
$U_a \sim$	— tensiunea alternativă dintre anod și masă
U_{a0}	— tensiunea continuă admisă de tub cînd $I_a = 0$ mA
U_b	— tensiunea continuă de alimentare
U_f	— tensiunea de filament
U_{fh}	— tensiunea dintre filament și catod
U_{g1}	— tensiunea de negativare pe grila 1
$U_{g1} \sim (N)$	— tensiunea alternativă necesară pe grilă pentru a obține la ieșire puterea nominală
$U_{g1} \sim (50 \text{ mW})$	— tensiunea alternativă necesară pe grilă pentru a obține la ieșire o putere de 50 mW
I_a	— curent anodic
$I_{a \text{ max}}$	— curentul anodic la semnal maxim
I_{a0}	— curentul continuu anodic cînd $U_{g1} \sim = 0V$
I_f	— curentul de filament
I_{g2}	— curentul de ecran
$I_{g2 \text{ max}}$	— curentul de ecran la semnal maxim
I_{g20}	— curentul de ecran cînd $U_{g1} \sim = 0V$
I_k	— curentul de catod
R_a	— rezistența de sarcină
R_{aa}	— rezistența de sarcină pentru amplificator în con-
	tratimp
R_{g1}	— rezistența pe grilă
R_{g2}	— rezistența pe ecran
R_i	— rezistența internă
R_k	— rezistența de catod
N	— puterea de ieșire de audiofrecvență
$N (10\%)$	— puterea de ieșire pentru distorsiuni 10%
N_a	— puterea de dispariție pe anod
N_{g2}	— puterea de dispariție pe ecran
S	— panta
μ	— factorul de amplificare
μ_{g2g1}	— factorul de amplificare între grila 1 și 2
a	— amplificarea de tensiune
R'_g	— rezistența de intrare a etajului următor
k	— factorul de distorsiuni de neliniaritate
U_{g2}	— tensiunea pe grila ecran
U_{g3}	— tensiunea pe grile superioare

Tuburi amplificatoare de tensiune

Tipul	Funcționare normală					Valori maxime
1	2					3
EABC80 Triodă-triplă diodă $U_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 450 \text{ mA}$ $U_a = 250 \text{ V}$ $U_g = -3 \text{ V}$ $I_a = 1 \text{ mA}$ $S = 1,4 \text{ mA/V}$ $\mu = 70$ $R_i = 50 \text{ k}\Omega$	$R_g = 10 \text{ M}\Omega$; $R_h = 0 \Omega$ U_b 250 250 250 V R_a 220 100 47 k Ω R_h 680 330 150 k Ω I_g^g I_a^g 0,76 1,4 2,2 mA a 54 47 36 ori $k (U_{a\sim} = 3 \text{ V}_{ef})$ 0,2 0,25 0,3 % $k (U_{a\sim} = 5 \text{ V}_{ef})$ 0,25 0,5 0,6 % $k (U_{a\sim} = 8 \text{ V}_{ef})$ 0,6 0,8 1,0 %					$U_a = 300 \text{ V}$ $N_a = 1 \text{ W}$ $I_h = 5 \text{ mA}$ $R_g = 22 \text{ M}\Omega$ $R_{fh}^g = 20 \text{ k}\Omega$ $U_{fh} = 150 \text{ V}$
EBC81 Triodă-dublă diodă $U_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 230 \text{ mA}$ $U_a = 250 \text{ V}$ $U_g = -3 \text{ V}$ $I_a = 1 \text{ mA}$ $S = 1,2 \text{ mA/V}$ $\mu = 70$	U_b 250 250 250 250 V R_a 220 100 220 100 k Ω R_h 1,6 1,2 — — k Ω R_g 1 1 22 22 M Ω R_g^g 0,68 0,33 0,68 0,33 M Ω I_a^g 0,7 1,15 0,76 1,4 mA a 51 43 52 44 ori $k (U_{a\sim} = 5 \text{ V}_{ef})$ 0,55 0,6 0,5 0,7 % $k (U_{a\sim} = 10 \text{ V}_{ef})$ 0,9 1,1 0,8 0,9 %					$U_a = 300 \text{ V}$ $N_a = 1 \text{ W}$ $I_h = 5 \text{ mA}$ $R_g = 22 \text{ M}\Omega$ $R_{fh}^g = 20 \text{ k}\Omega$ $U_{fh} = 150 \text{ V}$
ECU82 Dublă-triodă cu catodi separați $U_f = 6,3/12,6 \text{ V}$ $I_f = 300/150 \text{ mA}$ $U_a = 250 \text{ V}$ $U_g = -8,5 \text{ V}$ $I_a = 10,5 \text{ mA}$ $S = 2,2 \text{ mA/V}$ $R_i = 7,7 \text{ k}\Omega$ $\mu = 17$	$R_a = 100 \text{ k}\Omega$, $R_g^g = 330 \text{ k}\Omega$, $R_h = 2,2 \text{ k}\Omega$ U_b 200 250 300 350 400 V I_a 1,3 1,63 1,97 2,3 2,62 mA $U_{a\sim}$ 22 28 36 43 50 V $_{ef}$ a 14,5 14,5 14,5 14,5 14,5 k 4,7 4,8 4,9 5,0 5,1 %					$U_a = 300 \text{ V}$ $N_a = 2,75 \text{ W}$ $I_h = 20 \text{ mA}$ $R_g = 1 \text{ M}\Omega$ $U_{fh} = 180 \text{ V}$

Tipul	Funcționare normală								Valori maxime
1	2								3
<div>ECC83</div> <div>Dublă-triodă cu catozi separați</div> <div>$U_f = 6,3/12,6 \text{ V}$ $I_f = 300/150 \text{ mA}$ $U_a = 100 \text{ V}$ $U_g = -1 \text{ V}$ $I_a = 0,5 \text{ mA}$ $S = 1,25 \text{ mA/V}$ $R_i = 80 \text{ k}\Omega$ $\mu = 100$</div>	U_b	250	400	250	400	250	400	V	$U_a = 300 \text{ V}$
	R_a	47	47	100	100	220	220	kΩ	$N_a = 1 \text{ W}$
	R_g	150	150	330	330	680	680	kΩ	$I_k = 8 \text{ mA}$
	R_k	1,2	0,68	1,5	0,82	2,7	1,2	kΩ	$U_g = -50 \text{ V}$
	I_a	1,18	2,45	0,36	1,72	0,48	1,02	mA	$R_g = 22 \text{ M}\Omega$
	a	37,5	44	54,5	63	66,5	76,5	ori	$U_{fk} = 180 \text{ V}$
	U_a	23	37	26	38	28	38	V _{ef}	$R_{fk} = 20 \text{ k}\Omega$
	k	?	3,6	3,9	1,7	3,4	1,1	%	
<div>$U_a = 250 \text{ V}$ $U_g = -2 \text{ V}$ $I_a = 1,2 \text{ mA}$ $S = 1,6 \text{ mA/V}$ $R_i = 62,5 \text{ k}\Omega$ $\mu = 100$</div>									
<div>EC(L) 82</div> <div>Triodă-Pentodă</div> <div>$U_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 780 \text{ mA}$</div>		$R_g = 3 \text{ M}\Omega$		$R_g = 22 \text{ M}\Omega$					$U_a = 300 \text{ V}$
	U_b	170	200	170	200	V			$N_a = 1 \text{ W}$
	R_a	220	220	220	220	kΩ			$I_k = 15 \text{ mA}$
	R_g	680	680	680	680	kΩ			$R_g = 22 \text{ M}\Omega$
	R_k	2,7	2,2	—	—	kΩ			$U_{fk} = 100 \text{ V}$
	I_a	0,43	0,52	0,5	0,61	mA			$R_{fk} = 20 \text{ k}\Omega$
	$U_a \sim$	25	26	20	25	V _{ef}			
	a	51	52	53	55	ori			
	k	2,3	1,6	1,1	1,4	%			
<div>$U_a = 100 \text{ V}$ $U_g = 0 \text{ V}$ $I_a = 3,5 \text{ mA}$ $S = 2,5 \text{ mA/V}$ $\mu = 70$</div>									
<div>EF 86</div> <div>Pentodă preampli- ficator cu zgomot mic</div> <div>$U_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 200 \text{ mA}$</div>	U_b	150	200	250	300	V			$U_a = 300 \text{ V}$
	R_a	100	100	100	100	kΩ			$N_a = 1 \text{ W}$
	R_{g2}	470	390	390	390	kΩ			$U_{g2} = 200 \text{ V}$
	R_{g1}	330	330	330	330	kΩ			$N_{g2} = 0,2 \text{ W}$
	R_k	1,5	1	1	1	kΩ			$I_k = 6 \text{ mA}$
	I_k	1	1,65	2,05	2,45	mA			

Tipul	Funcționare normală						Valori maxime
1	2						3
$U_a = 250 \text{ V}$ $U_{g3} = 0 \text{ V}$ $U_{g2} = 140 \text{ V}$ $U_{g1} = -2 \text{ V}$ $I_a = 3 \text{ mA}$ $I_{g2} = 0,6 \text{ mA}$ $S = 2 \text{ mA/V}$ $R_i = 2,5 \text{ M}\Omega$ $\mu_{g2g1} = 38$	a $U_a \sim (k = 5\%)$	95 22	106 40	112 50	116 64	ori V_{ef}	$R_{g1} = 22 \text{ M}\Omega$ $U_{fk} = 50 \text{ V}$ $R_{fk} = 20 \text{ K}\Omega$
	U_b R_a R_{g2} R_{g1} R_k I_k I_k $U_a \sim (k = 5\%)$	150 220 1 680 2,7 0,55 150 24,5	200 220 1 680 2,2 0,75 170 36	250 220 1 680 2,2 0,9 180 46	300 220 1 680 2,2 1,1 188 54	V k Ω M Ω k Ω k Ω mA ori V $_{ef}$	

Tuburi amplificatoare de putere

1	2						3
<div>E(C)L82</div> Trlodă-Pentodă $U_f = 6,3 \text{ V}$ $I_f = 780 \text{ mA}$	Clasă A						$U_{a0} = 900 \text{ V}$ $U_a = 600 \text{ V}$ $N_a (U_a > 250 \text{ V}) = 5 \text{ W}$ $N_a (U_a < 250 \text{ V}) = 7 \text{ W}$ $U_{g20} = 550 \text{ V}$ $U_{g2} = 300 \text{ V}$ $N_{g2} = 1,8 \text{ W}$ $I_k = 50 \text{ mA}$ $R_{g1}^{(1)} = 2 \text{ M}\Omega$ $R_{g1}^{(2)} = 1 \text{ M}\Omega$ $U_{fk} = 100 \text{ V}$ $R_{fk} = 20 \text{ K}\Omega$
$U_a = 200 \text{ V}$ $U_{g2} = 200 \text{ V}$ $U_{g1} = -16 \text{ V}$ $I_a = 35 \text{ mA}$ $I_{a2} = 7 \text{ mA}$ $S = 6,4 \text{ mA/V}$ $R_i = 20 \text{ K}$ $\mu_{g2g1} = 9,5$	U_a U_{g2} U_{g1} I_a I_{g2} R_a $U_{g1} \sim (N)$ $N (10\%)$ $U_{g1} \sim (50 \text{ mW})$	170 170 -11,5 41 8 3,9 6 3,3 0,59	200 170 -12,5 35 6,5 5,6 5,8 3,4 0,56	200 200 -16 35 7 5,6 6,6 3,5 0,6	V V V mA mA k Ω V $_{ef}$ W W V $_{ef}$		
2 tuburi în contratimp clasă AB							
	U_a U_{g2} R_k I_{a0} $I_{a \max}$ I_{g20}	170 170 135 2×33 2×37 2×6,2	200 200 165 2×35 2×38 2×6,5	V V Ω mA mA mA			

1) negativare automată

2) negativare fixă

Tipul	Funcționare normală				Valori maxime
1	2				3
	$I_{g2\max}$	2×15	$2 \times 16,5$	mA	
	R_{aa}	5	5	k Ω	
	$U_{g1 \sim (N)}$	9	10,9	V _{ef}	
	N	7	9	W	
	k	4	4,8	%	
<div>EL 34</div> <p>Pentodă</p>	2 tuburi contratimp				
	Clasă A		Clasă AB		
$U_f = 6,3$ V	U_b	265 V	U_b	375 V	$U_{a0} = 2000$ V
$I_f = 1,5$ A	R_{g2}	0 k Ω	$R_{g2}^{1)}$	470 Ω	$U_a = 800$ V
	U_{g3}	0 V	$R_{k1}^{1)}$	130 Ω	$N_a = 25$ W
	U_{g1}	-13,5 V	U_{g3}	0 V	$U_{g20} = 800$ V
$U_a = 250$ V	$I_{a'}$	100 mA	I_{a0}	2×75 mA	$U_{g2} = 425$ V
$U_{g3} = 0$ V	I_{g2}	14,9 mA	$I_a \max$	2×95 mA	$N_{g2} = 8$ W
$U_{g2} = 265$ V	R_a	2 k Ω	I_{g20}	$2 \times 11,5$ mA	$I_k = 150$ mA
$U_{g1} = -13,5$ V	$U_{g1 \sim (N)}$	8,7 V _{ef}	$I_{g \max}$	$2 \times 22,5$ mA	$R_{g1}^{2)}$ = 0,7 M Ω
$I_a = 100$ mA	$N(10\%)$	11 W	R_{aa}	3,4 k Ω	$R_{g1}^{3)}$ = 0,5 M Ω
$I_{g2} = 15$ mA	$U_{g1} (50 \text{ mW})$	0,5 V _{ef}	$U_{g1 \sim (N)}$	21 V _{ef}	$U_{fh} = 100$ V
$S = 11$ mA/V			$N(5\%)$	35 W	$R_{fh} = 20$ k Ω
$R_t = 15$ k Ω	2 tuburi contratimp		2 tuburi contratimp		
$\mu_{g2g1} = 11$	Clasă AB		Clasă B		
	U_b	400 V	U_b	800 V	
	U_{g3}	0 V	U_{g2}	400 V	
	$R_{k1}^{1)}$	220 Ω	$R_{g2}^{1)}$	750 Ω	
	I_{k0}	2×65 mA	U_{g1}	-39 V	
	$I_{k \max}$	2×71 mA	I_{a0}	2×25 mA	
	R_{aa}	5 k Ω	$I_a \max$	2×91 mA	
	$U_{g1 \sim (N)}$	22 V _{ef}	I_{g20}	2×3 mA	
	$N(3\%)$	16,5 W	$I_{g2 \max}$	2×19 mA	
			R_{aa}	11 k Ω	
			$U_{g1 \sim (N)}$	23,4 V _{ef}	
			$N(5\%)$	100 W	

1) comună

2) negativare automată

3) negativare fixă

Tipul	Funcționare normală		Valori maxime
1	2		3
FL 84	2 tuburi contratimp		
Pentodă	Clasă A	Clasă AB	
$U_f = 6,3 \text{ V}$	$U_a = 250 \text{ V}$	$U_a = 250 \text{ V}$	$U_a = 300 \text{ V}$
$I_f = 760 \text{ mA}$	$U_{g2} = 250 \text{ V}$	$U_{g2} = 250 \text{ V}$	$N_a = 12 \text{ W}$
	$R_k = 135 \Omega$	$R_k^{(3)} = 130 \Omega$	$U_{g2} = 300 \text{ V}$
	$I_a = 48 \text{ mA}$	$I_{a0} = 2 \times 31 \text{ mA}$	$N_{g2} = 2 \text{ W}$
	$I_{g2} = 5,5 \text{ mA}$	$I_{a \max} = 2 \times 37,5 \text{ mA}$	$N_{g2 \max} = 4 \text{ W}$
	$R_a = 5,2 \text{ k}\Omega$	$I_{g2} = 2 \times 3,5 \text{ mA}$	$U_{g1} = -100 \text{ V}$
$U_a = 250 \text{ V}$	$U_{g1} \sim (50 \text{ mw}) 0,3 \text{ V}_{ef}$	$I_{g2 \max} = 2 \times 7,5 \text{ mA}$	$I_k = 65 \text{ mA}$
$U_{g2} = 250 \text{ V}$	$U_{g1} (N) = 4,3 \text{ V}_{ef}$	$R_{aa} = 8 \text{ k}\Omega$	$R_{g1} = 1 \text{ M}\Omega$
$U_{g1} = -7,3 \text{ V}$	$N (10\%)^1 = 5,7 \text{ W}$	$U_{g1} \sim (N) = 8 \text{ V}_{ef}$	$R_{g1}^{(1)} = 0,3 \text{ M}\Omega$
$I_a = 48 \text{ mA}$	$N^2 = 6 \text{ W}$	$N = 11 \text{ W}$	$U_{fk} = 100 \text{ V}$
$I_{g2} = 5,5 \text{ mA}$		$k = 3 \%$	
$S = 11,3 \text{ mA/V}$			
$R_i = 40 \text{ k}\Omega$			
$\mu_{g2g1} = 19$			
	2 tuburi în contratimp		
	Clasă B		
	$U_a = 250 \text{ V}$	300 V	
	$U_{g2} = 250 \text{ V}$	300 V	
	$U_{g1} = -11,6 \text{ V}$	$-14,7 \text{ V}$	
	$I_{a0} = 2 \times 10 \text{ mA}$	$2 \times 7,5 \text{ mA}$	
	$I_{a \max} = 2 \times 37,5 \text{ mA}$	$2 \times 46 \text{ mA}$	
	$I_{g20} = 2 \times 1,1 \text{ mA}$	$2 \times 0,8 \text{ mA}$	
	$I_{g2 \max} = 2 \times 7,5 \text{ mA}$	$2 \times 11 \text{ mA}$	
	$R_{aa} = 8 \text{ k}\Omega$	$8 \text{ k}\Omega$	
	$U_{g1} \sim (N) = 8 \text{ V}_{ef}$	10 V_{ef}	
	$N = 11 \text{ W}$	17 W	
	$k = 3 \%$	4%	

1) negativare fixă

2) $I_{g1} = +0,3 \mu\text{A}$

3) comună

1. * * * Схемы радиолюбительских усилителей низкой частоты. Москва — Ленинград Госэнергоиздат, 1957.
2. * * * Усилитель без выходного трансформатора — Радио № 8, 1958.
3. В.К. Лабутин — Новое в технике высококачественного усиления — Г Э И — Москва — Ленинград, 1957.
4. А. Кузьменко — Высококачественный усилитель низкой частоты — Радио № 5, 1957.
5. М. Ганзбург — Двухканальный усилитель Н.Ч — Радио № 5, 1958.
6. * * * Регуляторы тембра — Радио № 8, 1958.
7. В. Большов — Псевдостереофоническое звуковостроизведение — Радио № 11, 1958.
8. В. Лабутин — Ультранийный усилитель — Радио, № 11, 1958.
9. * * * Компенсированные регуляторы громкости — Радио № 11, 1958.
10. * * * Регуляторы тембра — Радио № 1, 1959 г.
11. * * * Комбинированный регулятор тембра — Радио № 4, 1959.
12. * * * Усилитель Н Ч без выходного трансформатора — Радио № 8, 1959.
13. Р.М. Малинин — Усилитель низкой частоты — Госэнергоиздат — 1953.
14. М. D. Ganzburg, Îmbunătățirea sonorității radioreceptoarelor, Editura Tehnică, 1959.
15. Т. Тănășescu, Circuite electronice, Editura Academiei, 1957.
16. Gh. Cartianu, Bazele radiotehnicii, Institutul Politehnic, București, 1958.
17. * * *, Vlastnosti a údržba magnetofonu TESLA „Sonet“, Sdelovaci Technika, nr. 11, 1959.
18. Budinsky J., Mărimile caracteristice ale tranzistoarelor cu contact plat, în practică — Sdelovaci Technika, IV (1956), nr. 10 (oct).
19. * * *, SD11, SD12, SD13, Radioschau — noiembrie, decembrie, 1958.
20. J. Riethmüller, Amplificateurs de puissance — Toute la Radio, nr. 230, nr. 232, nr. 233, noiembrie 1958, ianuarie, februarie 1959.
21. Rodrigues de Miranda, J. — Niederfrequenzverstärker mit direkt gekoppeltem Lautsprecher — Radio und Fernsehen, 7 (1958), 5 (martie).
22. P. Loyez, Préamplificateur grand amateur 1960, Revue du Son, septembre 1959.

23. *P. Loyez*, Étude critique d'un préamplificateur, *Revue du Son* nr. 75—76, iulie-august 1959.
24. *D. T. N. Williamson*, High Quality Amplifier new version, *Wireless World*, august 1949.
25. *W. A. Ferguson*, Design for a 20 — Wate High Quality Amplifier-*Wireless World*, mai-iunie, 1955.
26. *B. B. Bauer, J. Hollywood, G. Maerkle*, A Two-Way Stereophonic Amplifier, *Audio*, octombrie 1958.
27. *R. L.*, Une élégante solution au problème de l'électrophone stéréophonique, *Revue du Son*, ianuarie 1959.
28. * * * Un nouvel amplificateur stéréophonique de puissance moyenne, *Revue du Son*, nr. 86, iunie 1960.
29. *J. Riethmuller*, Préamplificateurs à transistors précédant des appareils à lampes — *Toute la Radio*, nr. 218, septembre 1957.
30. * * * Experimentons les transistors — Préamplificateurs basse fréquence — *Toute la Radio*, nr. 222, ianuarie 1958.
31. *I. Dewevre* — Amplificateur phonographique à transistors — *Revue du Son* nr. 86, iunie 1960.

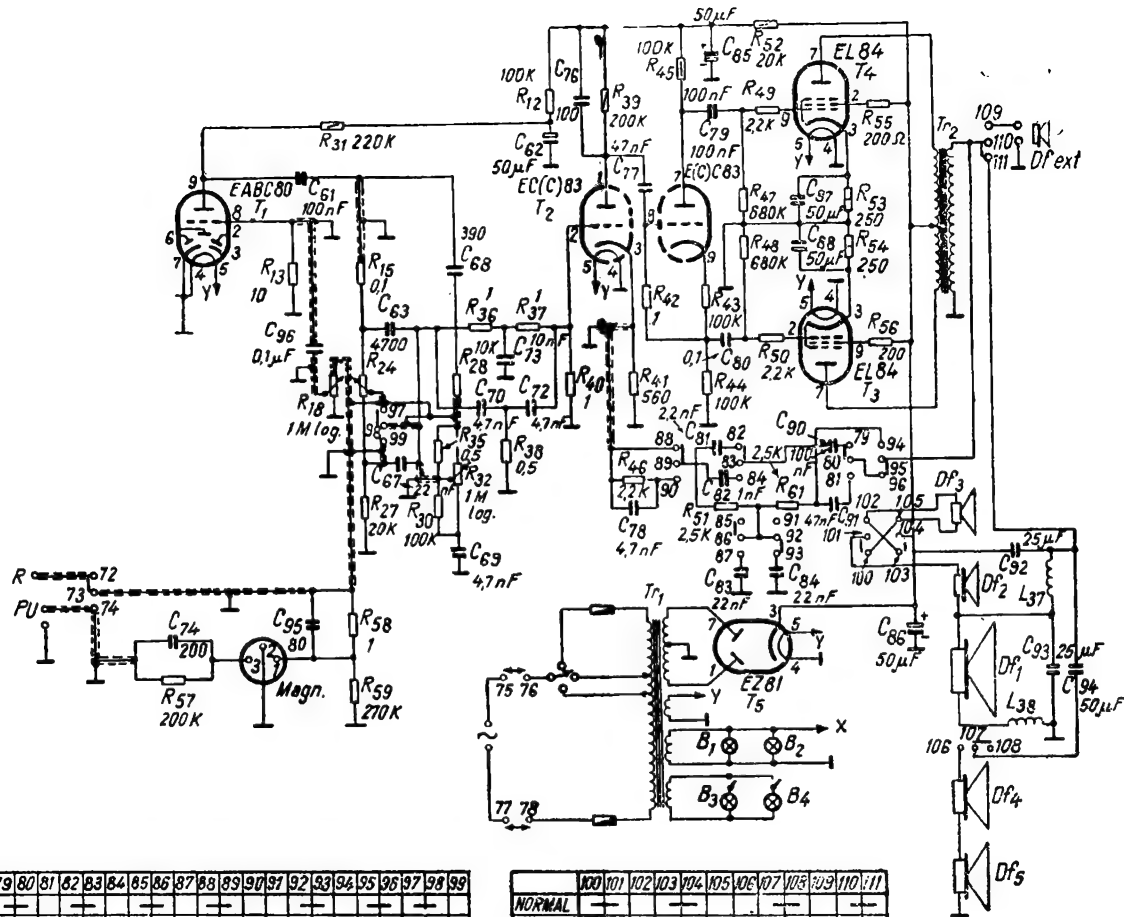


Fig. 40. Schema de principiu a amplificatorului de joasă frecvență al combinei muzicale Electronica.

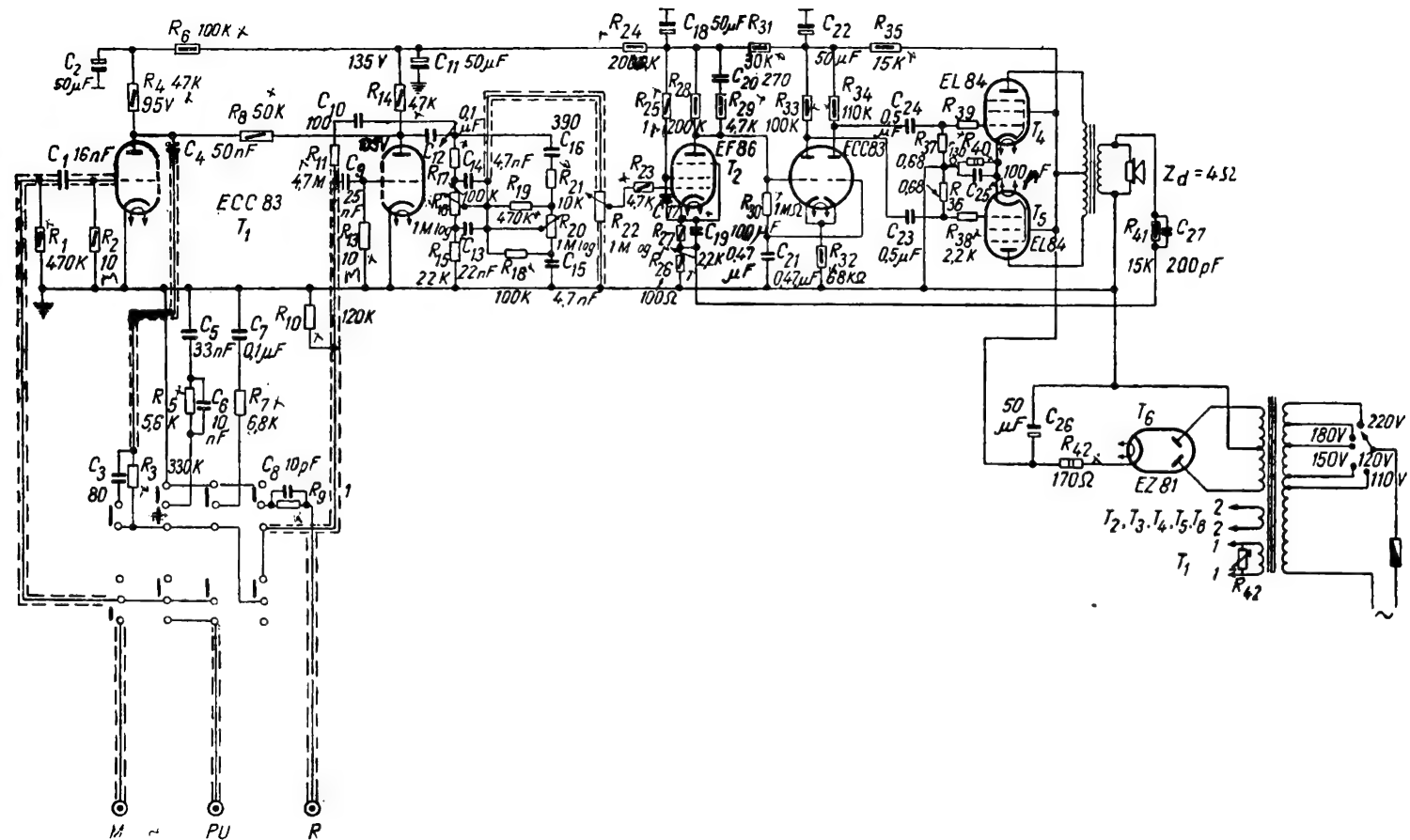


Fig. 60. Schema de principiu a unui amplificator de 10 W.

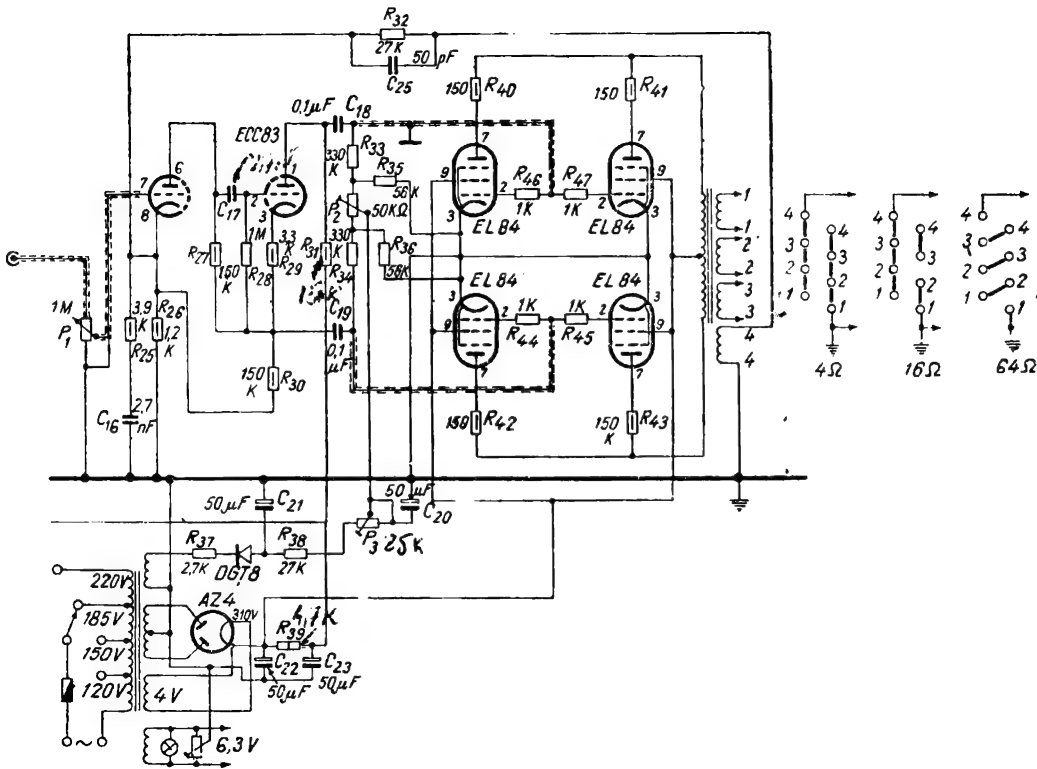


Fig. 62. Schema de principiu a unui amplificator de 20 W.

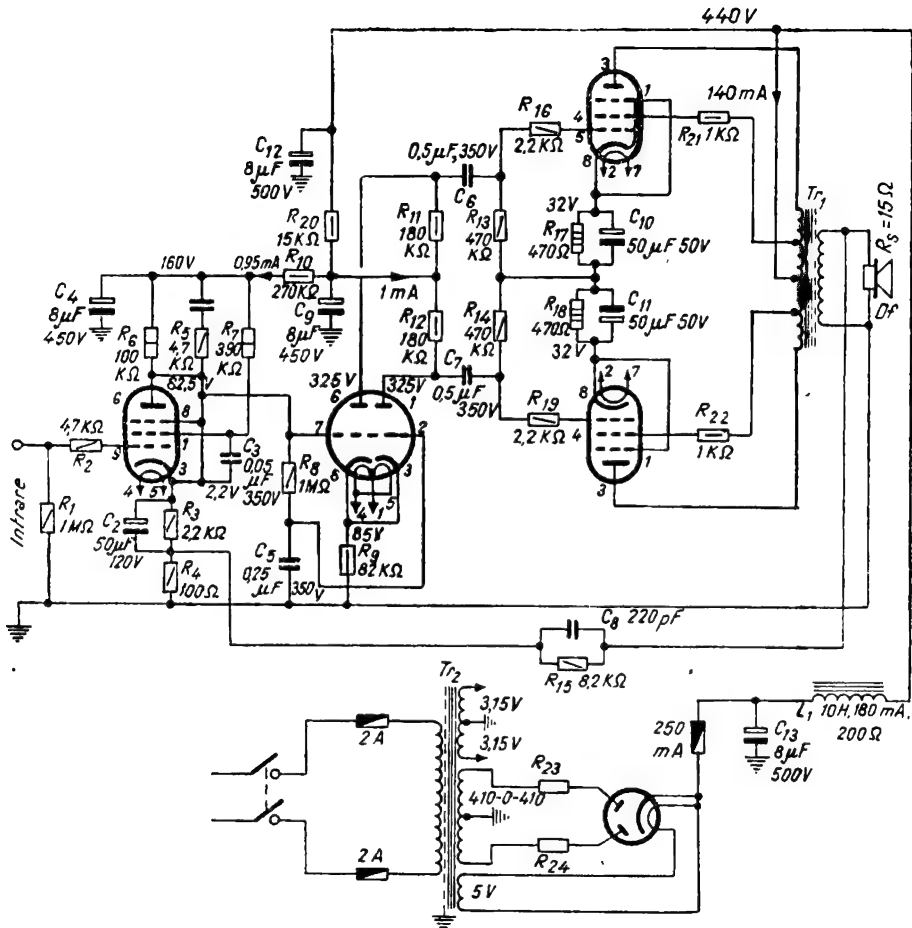


Fig. 68. Schema de principiu a amplificatorului Ferguson.

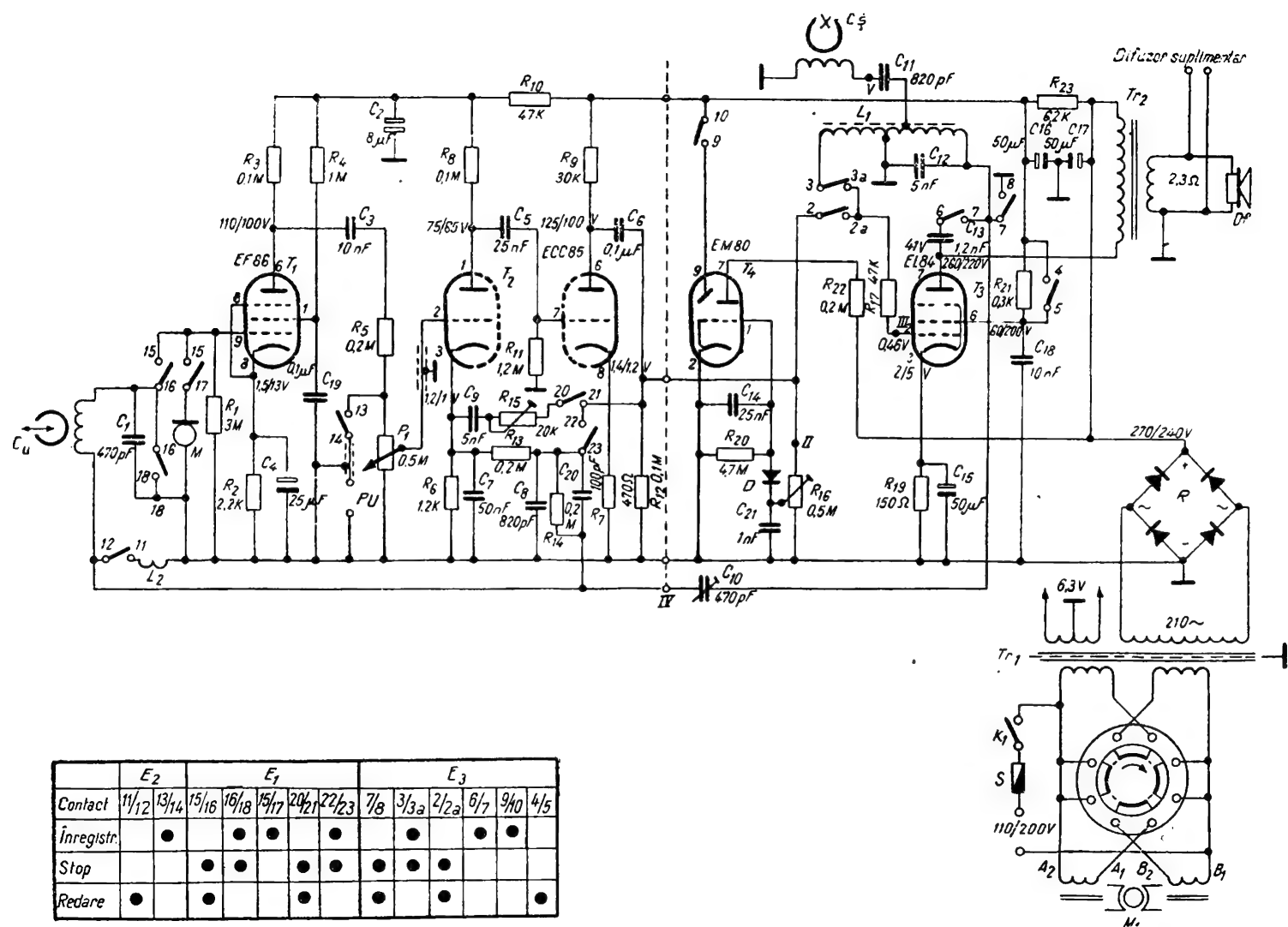


Fig. 77. Schema de principiu a magnetofonului „Mambo“.

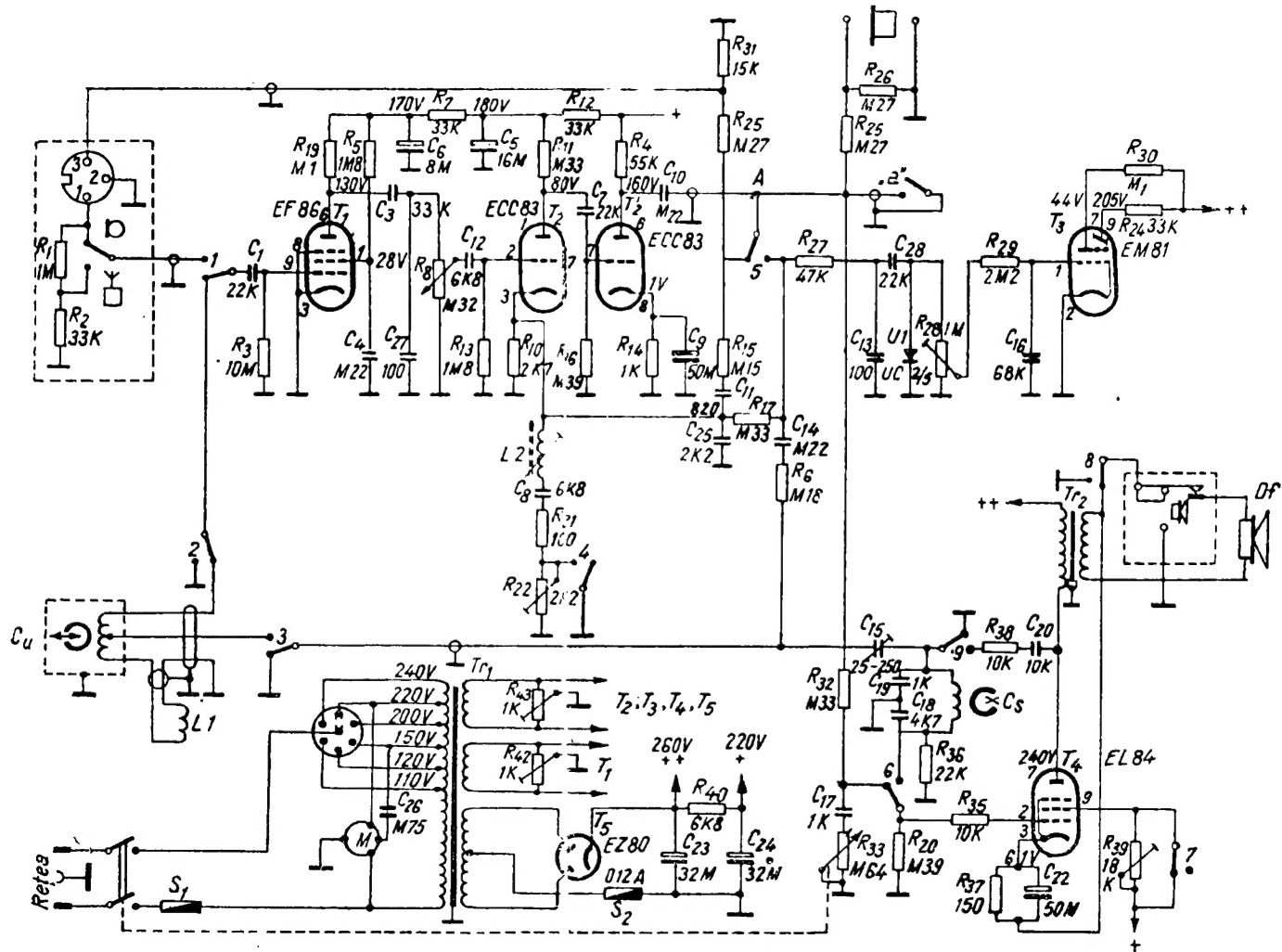


Fig. 78. Schema de principiu a magnetofonului „Sonet“.

TABLA DE MATERIE

Prefață	3
Introducere	4
I. Amplificatoare cu un singur tub electronic (adaptor)....	5
II. Amplificatoare cu mai multe tuburi electronice.....	14
III. Amplificatoare cu etaj final în contratimp.....	36
IV. Amplificatoare de calitate	49
V. Amplificatoare de calitate cu două canale.....	64
VI. Amplificatoare de înaltă fidelitate	85
A. Preamplificatoare	86
B. Amplificatoare de putere	96
VII. Amplificatoare pentru redare stereofonică	110
VIII. Amplificatoare pentru magnetofon	119
IX. Amplificatoare cu semiconductoare	127
Anexa 1	143
Anexa 2	144
Bibliografie	150

Redactor responsabil : Ing. Varia Mihai
Tehnoredactor : Ing. Mayer Al. George

*Dat la cules 12.12.1960. Bun de tipar 08.03.1961
Apărut 1961. Tiraj : 10.000+140. Broșate. Hîrtie semi-
velină de 65 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 8,10.
Coli de tipar 10,375. Planșe : tipar 6. A. 06443/1960.
C.Z. pentru bibliotecile mari 621.396.645.33. C.Z.
pentru bibliotecile mici 621.*

Tiparul executat sub com. nr. 2106 la Combinatul
Poligrafic Casa Scintei „I. V. Stalin”, Piața
Scintei nr. 1, București — R.P.R.

E R A T Ă

<u>Pag.:</u>	<u>Rîndul:</u>	<u>În loc de:</u>	<u>Se va citi:</u>	<u>Din vina:</u>
8	13	etalonului	tubului	Editurii
83	Fig. 47	$\frac{2 \times 294}{0,2}$	$\frac{2 \times 909}{0,2}$	Autorului

C. 2.106 — Scheme de amplificatoare

**LUCRARILE DIN
COLECȚIA RADIO
ȘI TELEVIZIUNE**

PE ANUL 1961

**SCHEME DE AMPLIFICATOARE
DE JOASĂ FRECVENȚĂ
de P. APOSTOL**

**REAȚIA ÎN RADIORECEP-
TOARE**

(trad. din l. rusă)

de F. V. BARKAN

**ÎNȚEȚINEREA ȘI DEPANAREA
RADIORECEPTOARELOR
CONSTRUITE ÎN R. P. R.
de D. LĂZĂROIU**

ANTENE DE RECEPȚIE CU FERITĂ

(trad. din l. rusă)

de V. I. HOMICI

STAȚII RADIO DE BUZUNAR

(trad. din l. rusă)

de L. I. KUPRIANOVICI

**APLICAȚIILE ÎNREGISTRĂRII
MAGNETICE**

(trad. din l. rusă)

de A. F. JOFFE

**SCHEME ELECTRICE DE
MAGNETOFON**

(trad. din l. rusă)

de V. G. KOROLKOV

ANTENE DE TELEVIZIUNE

(trad. din l. rusă)

de N. ZAGHIK și N. KAPCINSKI

COLECȚIA

Lei 4,70

